Comune di Genova

SKYMETRO

PROLUNGAMENTO DELLA METROPOLITANA IN VALBISAGNO

CUP B39J22001360001 CIG 9262977270

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

(D.lgs. n. 36 / 2023)



ELABORATI GENERALI
CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO
Parte II

Commessa	Fase	Lotto	Disciplina	WBS	Tipo	Numero	Foglio	Rev.
MGE1	PR	LV	GEN	COM	Z	001	00	A

SYSTRA SOTECNI SYSTRA SYSTRA SWS ITALFERR architecna LAND

PAOLO MARCHETTI ORDINE INGEGNERI ROMA 18616
Firmato digitalmente da MARCHETTI PAOLO
C: IT

Rev.	Descrizione	Nome		Data
A	Emissione	Redatto	Vari	20/02/2024
		Verificato	D. Canestrelli	20/02/2024
		Approvato	S. Di Nicola	20/02/2024
		Autorizzato	P. Marchetti	20/02/2024
B		Redatto		
		Verificato		
		Approvato		
		Autorizzato		
C		Redatto		
		Verificato		
		Approvato		
		Autorizzato		
D		Redatto		
		Verificato		
		Approvato		
		Autorizzato		

Comune di Genova

INDICE

ART. 1.	**INDICAZIONI GENERALI**	**27**
1.1	**GENERALITÀ**	**27**
1.2	**LAVORI ALL'APERTO**	**28**
1.3	**METODOLOGIA DI PROGETTAZIONE**	**29**
1.4	**MONITORAGGIO**	**29**
ART. 2.	**BONIFICA DEGLI ORDIGNI ESPLOSIVI**	**29**
2.1	**CAMPI DI IMPIEGO**	**29**
2.2	**SPECIFICHE TECNICHE**	**30**
2.2.1	NORME TECNICHE	30
2.2.2	BONIFICA A STRATI SUCCESSIVI	30
2.2.3	BONIFICA A MEZZO DI PERFORAZIONI	31
2.2.4	COLLAUDI DIREZIONE GENIO MILITARE	32
ART. 3.	**RILIEVI TOPOGRAFICI E TRACCIAMENTI**	**32**
3.1	**SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE**	**32**
3.2	**ONERI GENERALI**	**32**
3.3	**ONERI GENERALI PER RILIEVI IN CORSO DI ESECUZIONE DEI LAVORI**	**33**
3.3.1	SQUADRA TOPOGRAFICA	33
3.3.2	STRUMENTAZIONE	34
3.3.3	VERTICI	35
3.3.3.1	Capisaldi	35
3.3.3.1.1	Pilastrini di tipo A	35
3.3.3.1.2	Pilastrini di tipo B	36
3.3.3.1.3	Centrini metallici	36
3.3.3.1.4	Chiodi	36
3.3.3.2	Punti di stazione	36
3.3.4	CONTROLLI	37
3.4	**RETI**	**38**
3.4.1	RETE DI INQUADRAMENTO	38
3.4.1.1	Scelta e controllo dei vertici	38
3.4.1.2	Determinazione di nuovi punti	38
3.4.2	RETE DI RAFFITTIMENTO	39
3.4.3	RETE GPS DI INQUADRAMENTO E RAFFITTIMENTO	40
3.4.3.1	Scelta dei vertici	40
3.4.3.2	Coordinate rettilinee	42
3.4.4	MONOGRAFIE	42
3.4.5	DOCUMENTAZIONE TOPOGRAFICA	42

3.5	**POLIGONALI**	**43**
3.5.1	POLIGONALI DI PRECISIONE PLANOALTIMETRICHE A LATI LUNGHI	43
3.5.2	POLIGONALE PLANIMETRICA A LATI CORTI	45
3.5.3	POLIGONALI DI PRECISIONE	46
3.5.3.1	Scelta dei vertici di partenza e controllo della conformità degli stessi	46
3.5.3.2	Azimut di direzione e orientamento iniziale	46
3.5.3.3	Modalità di lettura strumentale e tolleranze	46
3.5.3.4	Compensazione ed elaborazione dati	47
3.6	**RILIEVI**	**47**
3.6.1	RILIEVI CELERIMETRICI DI DETTAGLIO	47
3.6.1.1	Scelta dei capisaldi di partenza e controllo della conformità degli stessi	47
3.6.1.2	Scelta della strumentazione	47
3.6.1.3	Modalità di lettura strumentale e tolleranze, registrazione delle misure, elaborazione dati	48
3.6.1.4	Tolleranze ed elaborazione dati	48
3.6.2	TRACCIAMENTI PLANOALTIMETRICI	48
3.6.2.1	Orientamento iniziale	48
3.6.2.2	Calcolo dei valori di tracciamento	49
3.6.2.3	Modalità di tracciamento	49
3.6.2.4	Tolleranze	49
3.6.2.5	Documentazione topografica	49
ART. 4.	**RILIEVI GEOLOGICI E INDAGINI GEOGNOSTICHE**	**50**
ART. 5.	**DEMOLIZIONI**	**51**
5.1	**CAMPI DI IMPIEGO**	**51**
5.2	**SPECIFICHE TECNICHE**	**52**
5.2.1	NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO	52
5.2.2	SOGGEZIONI GEOTECNICHE ED AMBIENTALI	52
5.2.3	TOLLERANZE GEOMETRICHE	52
5.2.4	DESCRIZIONE E MODALITÀ ESECUTIVE	52
5.2.4.1	Generalità	52
5.2.4.2	Demolizione selettiva	53
5.2.4.3	Demolizioni parziali	55
5.2.4.4	Carotaggi	55
5.3	**ONERI SPECIFICI DELL'APPALTATORE**	**56**
ART. 6.	**MOVIMENTI DI TERRA**	**57**
6.1	**CAMPI DI IMPIEGO**	**57**
6.2	**SPECIFICHE TECNICHE**	**57**
6.2.1	NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO	57
6.2.2	SOGGEZIONI GEOTECNICHE ED AMBIENTALI	57
6.2.3	DESCRIZIONE E MODALITÀ ESECUTIVE	58
6.2.3.1	Generalità	58

6.2.3.2 Scavi di sbancamento 58
6.2.3.3 Scavo di fondazione a sezione obbligata 60
6.2.3.4 Scavo archeologico 61
6.2.3.5 Rinterri 61
6.2.3.6 Piazzali - Rilevati 62
6.2.3.7 Riempimento con miscela fluida 63

6.3 ONERI SPECIFICI DELL'APPALTATORE 63

ART. 7. OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO E IN ACCIAIO 64

7.1 MODALITÀ DI ESECUZIONE E CARATTERISTICHE TECNICHE DEI MATERIALI E DELLE LAVORAZIONI 64
7.1.1 ACCIAIO D'ARMATURA PER C.A. E C.A.P. 64
7.1.1.1 Campi di impiego 64
7.1.1.2 Specifiche tecniche 64
7.1.1.2.1 Normative e Raccomandazioni di riferimento 64
7.1.1.2.2 Soggezioni ambientali 64
7.1.1.2.3 Tolleranze geometriche 64
7.1.1.2.4 Descrizione e modalità esecutive 65
7.1.1.2.5 Prove e controlli di accettazione 68
7.1.1.3 Documentazione 69
7.1.1.3.1 Approvvigionamento dell'acciaio in barre 69
7.1.1.3.2 Campioni prelevati 69
7.1.1.4 Norme di contabilizzazione 69
7.1.1.5 Oneri specifici dell'Appaltatore 69
7.1.1.6 Criticità delle lavorazioni 70
7.1.2 CARPENTERIE METALLICHE 70
7.1.2.1 Campi di impiego 70
7.1.2.2 Specifiche tecniche 71
7.1.2.2.1 Normative e Raccomandazioni di riferimento 71
7.1.2.2.2 Soggezioni ambientali 71
7.1.2.2.3 Tolleranze geometriche 71
7.1.2.2.4 Descrizione e modalità esecutive 72
7.1.2.2.5 Prove e controlli di accettazione degli acciai 77
7.1.2.3 Documentazione 79
7.1.2.4 Oneri specifici dell'Appaltatore 80
7.1.3 CASSEFORME, ARMATURE DI SOSTEGNO, CENTINATURE E ATTREZZATURE DI COSTRUZIONE 82
7.1.3.1 Campi di impiego 82
7.1.3.2 Specifiche tecniche 82
7.1.3.2.1 Normative e Raccomandazioni di riferimento 82
7.1.3.2.2 Descrizione e modalità esecutive 82
7.1.3.2.3 Tolleranze geometriche 84
7.1.3.2.4 Prove e controlli di accettazione 84
7.1.3.3 Oneri specifici dell'Appaltatore 84
7.1.4 CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI ED ARMATI 85
7.1.4.1 Campi di impiego 85
7.1.4.2 Specifiche tecniche 85

7.1.4.2.1 Normative e Raccomandazioni di riferimento 85
7.1.4.2.2 Soggezioni geotecniche ed ambientali 85
7.1.4.2.3 Tolleranze geometriche 86
7.1.4.2.4 Descrizione e modalità esecutive 86
7.1.4.3 Documentazione 102
7.1.4.4 Oneri specifici dell'Appaltatore 102

ART. 8. IMPERMEABILIZZAZIONI 103

8.1 CAMPI DI IMPIEGO 103

8.2 SPECIFICHE TECNICHE 103
8.2.1 NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO 103
8.2.2 DESCRIZIONE E MODALITÀ ESECUTIVE 104
8.2.2.1 Generalità 104
8.2.2.2 Impermeabilizzazione solai di fondazione 104
8.2.2.2.1 Membrana 104
8.2.2.2.2 Saldature 105
8.2.2.2.3 Suddivisione in settori 105
8.2.2.3 Impermeabilizzazione di solai di copertura 105
8.2.2.3.1 Supporto 105
8.2.2.3.2 Membrana 106
8.2.2.3.3 Strato di protezione 106
8.2.2.4 Cordoli idroespansivi 106
8.2.2.5 Rivestimento per fognature 107
8.2.2.6 Sigillante per giunti strutturali 107
8.2.2.7 Membrana in polietilene 107
8.2.2.8 Giunto tagliafuoco a tenuta d'aria 107
8.2.3 PROVE E CONTROLLI DI ACCETTAZIONE 108
8.2.3.1 Controlli in corso d'opera 108
8.2.3.2 Controlli ad opera finita 109

8.3 DOCUMENTAZIONE 109

8.4 ONERI SPECIFICI DELL'APPALTATORE 109

ART. 9. MANUFATTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO, NORMALE O PRECOMPRESSO 110

9.1 CAMPI DI IMPIEGO 110

9.2 SPECIFICHE TECNICHE 110
9.2.1 NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO 110
9.2.2 SOGGEZIONI GEOTECNICHE ED AMBIENTALI 110
9.2.3 TOLLERANZE GEOMETRICHE E STRUTTURALI 111
9.2.3.1 Controlli dimensionali e strutturali dei manufatti 111
9.2.4 DESCRIZIONE E MODALITÀ ESECUTIVE 111
9.2.4.1 Controllo sulle casseforme 112
9.2.4.2 Posizionamento armature 112
9.2.4.3 Calcestruzzo 112

9.2.4.4 Esecuzione getto 112
9.2.4.5 Stagionatura 112
9.2.4.6 Scassero 112
9.2.4.7 Stoccaggio 113
9.2.4.8 Posa in opera 113
9.2.4.9 Unioni e giunti 113
9.2.4.10 Appoggi 114
9.2.4.11 Montaggio 114
9.2.4.12 Trasporto 115
9.2.5 PROVE E CONTROLLI DI ACCETTAZIONE 115
9.2.5.1 Impianti di prefabbricazione e modalità esecutive 115
9.2.5.2 Controlli in corso d'opera 115
9.2.5.3 Accettazione 116
9.3 DOCUMENTAZIONE 116
9.4 ONERI SPECIFICI DELL'APPALTATORE 116
ART. 10. RIPRISTINO-ADEGUAMENTO DI ELEMENTI STRUTTURALI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO 117
10.1 CAMPI DI IMPIEGO 117
10.2 SPECIFICHE TECNICHE 117
10.2.1 SOGGEZIONI GEOTECNICHE E AMBIENTALI 118
10.2.2 TOLLERANZE GEOMETRICHE 118
10.2.3 DESCRIZIONE E MODALITÀ ESECUTIVE 118
10.2.3.1 Generalità 118
10.2.3.2 Modalità di impiego 119
10.2.3.3 Preparazione delle superfici da ripristinare 120
10.2.3.4 Trattamento ferri d'armatura 120
10.2.3.5 Mano di attacco per malte di resine epossidiche o malte cementizie 120
10.2.3.6 Messa in opera delle miscele di ripristino 121
10.2.3.6.1 Uso di malte e betoncini premiscelati reoplastici a ritiro compensato 121
10.2.3.6.2 Uso di malta e betoncini premiscelati reoplastici a ritiro compensato fibrorinforzati resistenti ai solfati 122
10.2.3.6.3 Uso di malte predosate a due componenti a base di leganti cementizi modificati con resine sintetiche 123
10.2.3.6.4 Uso di conglomerati cementizi reoplastici a stabilità volumetrica e ritiro compensato 124
10.2.3.6.5 Uso di malte di resina epossidica 124
10.2.3.7 Conglomerati cementizi a ritiro compensato, ad alta durabilità, confezionati in cantiere 124
10.2.4 PROVE E CONTROLLI 126
10.3 NORME DI CONTABILIZZAZIONE 127
10.4 ONERI SPECIFICI DELL'APPALTATORE 127
ART. 11. ANCORAGGI SU CALCESTRUZZO INDURITO 128

11.1	**CAMPI DI IMPIEGO**	**128**
11.2	**SPECIFICHE TECNICHE**	**128**
11.2.1	NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO	128
11.2.2	SOGGEZIONI GEOTECNICHE E AMBIENTALI	128
11.2.3	TOLLERANZE GEOMETRICHE	129
11.2.4	DESCRIZIONE E MODALITÀ ESECUTIVE	129
11.2.4.1	Generalità	129
11.2.4.2	Ancoraggi meccanici	129
11.2.4.2.1	Tipologie	130
11.2.4.3	Ancoraggi chimici	132
11.2.4.4	Ancoraggi con malte cementizie	132
11.3	**ONERI SPECIFICI DELL'APPALTATORE**	**133**
ART. 12.	**PALI IN CEMENTO ARMATO**	**134**
12.1	**CAMPI DI IMPIEGO**	**134**
12.2	**SPECIFICHE TECNICHE**	**134**
12.2.1	NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO	134
12.2.2	SOGGEZIONI GEOTECNICHE E AMBIENTALI	134
12.2.3	TOLLERANZE GEOMETRICHE	135
12.2.4	TIPOLOGIE ESECUTIVE	135
12.2.5	DESCRIZIONE E MODALITÀ ESECUTIVE	135
12.2.5.1	Piano di lavoro	135
12.2.5.2	Tracciamento	136
12.2.5.3	Scavo	136
12.2.5.4	Attrezzature	137
12.2.5.5	Armatura	137
12.2.5.6	Calcestruzzo	137
12.2.5.6.1	Preparazione e trasporto del conglomerato cementizio	137
12.2.5.6.2	Posa in opera del conglomerato cementizio	138
12.2.5.6.3	Scapitozzatura	138
12.2.6	PROVE E CONTROLLI DI ACCETTAZIONE	138
12.2.6.1	Controlli sul calcestruzzo	138
12.2.6.2	Prova di consistenza	138
12.2.6.3	Prove di compressione	139
12.2.6.4	Controlli sull'acciaio delle armature	139
12.2.6.5	Controlli in fase di scavo	139
12.2.6.6	Controlli a palo ultimato	139
12.2.6.6.1	Prima del getto	139
12.2.6.6.2	In fase di getto	140
12.3	**DOCUMENTAZIONE**	**140**
12.4	**ONERI SPECIFICI DELL'APPALTATORE**	**140**
12.5	**CRITICITÀ DELLE LAVORAZIONI**	**141**

ART. 13.	**MICROPALI**	**141**
13.1	**CAMPI DI IMPIEGO**	**141**
13.2	**SPECIFICHE TECNICHE**	**141**
13.2.1	NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO	141
13.2.2	SOGGEZIONI GEOTECNICHE E AMBIENTALI	142
13.2.3	TOLLERANZE GEOMETRICHE	142
13.2.4	DESCRIZIONE E MODALITÀ ESECUTIVE	143
13.2.4.1	Definizione, classificazione e campi di applicazione	143
13.2.4.2	Piano di lavoro	143
13.2.4.3	Tracciamento	143
13.2.4.4	Perforazione	144
13.2.4.5	Confezione e posa delle armature	144
13.2.4.6	Armature mediante profilati	144
13.2.4.7	Armature mediante tubi	144
13.2.4.8	Formazione del fusto del micropalo	145
13.2.4.8.1	Micropali non valvolati	145
13.2.4.8.2	Micropali valvolati	146
13.2.5	PROVE E CONTROLLI DI ACCETTAZIONE	147
13.3	**DOCUMENTAZIONE**	**147**
13.4	**ONERI SPECIFICI DELL'APPALTATORE**	**147**
ART. 14.	**PALANCOLE E BERLINESI**	**148**
14.1	**CAMPI DI IMPIEGO**	**148**
14.2	**SPECIFICHE TECNICHE**	**149**
14.2.1	NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO	149
14.2.2	DESCRIZIONE E MODALITÀ ESECUTIVE	149
14.2.2.1	Palancole	150
14.2.2.1.1	Generalità	150
14.2.2.1.2	Infissione di palancole battute ed autoaffondanti	150
14.2.2.2	Berlinesi	151
14.2.2.2.1	Generalità	151
14.2.2.2.2	Descrizione e modalità esecutive	151
14.3	**PROVE E CONTROLLI DI ACCETTAZIONE**	**151**
14.4	**ONERI SPECIFICI DELL'APPALTATORE**	**151**
ART. 15.	**PONTI E VIADOTTI**	**152**
15.1	**ACCIAIO PER CARPENTERIA**	**152**
15.1.1	GENERALITÀ	152
15.1.2	CLASSIFICAZIONE DEI TIPI DI ACCIAIO SECONDO EN10025	152
15.1.3	APPROVVIGIONAMENTO MATERIALI DA COSTRUZIONE	152
15.1.3.1	Disegni di fabbricazione	153
15.1.4	LAVORAZIONI DI OFFICINA	155

15.1.4.1 Presentazione documentazione tecnica 155
15.1.4.2 Collaudo tecnologico di stabilimento 155
15.1.4.3 Prefabbricazione 156
15.1.5 MONTAGGIO 157
15.1.6 VERNICIATURE 160
15.1.6.1 Generalità 160
15.1.6.2 Accettazione dei prodotti vernicianti - Garanzie 161
15.1.6.3 Preparazione delle superfici 161
15.1.6.3.1 Sabbiature 161
15.1.6.3.2 Spazzolatura 162
15.1.6.4 Cicli di verniciatura 162
15.1.6.4.1 Ciclo per superfici esterne 162
15.1.6.4.2 Ciclo per superfici interne 164
15.1.6.4.3 Requisiti particolari 165
15.1.6.5 Ciclo di verniciatura con pittura ignifuga intumescente 166

15.2 APPARECCHI D'APPOGGIO E DISPOSITIVI ANTISISMICI 167
15.2.1 RIFERIMENTI NORMATIVI 167
15.2.2 APPARECCHI D'APPOGGIO 168
15.2.2.1 Generalità 168
15.2.2.2 Elementi di scorrimento 169
15.2.2.2.1 Generalità 169
15.2.2.2.2 Requisiti funzionali 169
15.2.2.2.3 Proprietà dei materiali 169
15.2.2.2.4 Requisiti di progetto 170
15.2.2.2.5 Manifattura, assemblaggio e tolleranze 173
15.2.2.2.6 Valutazione di conformità 174
15.2.2.2.7 Installazione 174
15.2.2.2.8 Criteri per ispezioni in servizio 174
15.2.2.3 Appoggi elastomerici 175
15.2.2.3.1 Generalità 175
15.2.2.3.2 Caratteristiche e requisiti funzionali 175
15.2.2.3.3 Proprietà dei materiali 177
15.2.2.3.4 Regole di progetto 177
15.2.2.3.5 Tolleranze di manifattura 177
15.2.2.3.6 Valutazione di conformità 177
15.2.2.3.7 Installazione 178
15.2.2.3.8 Criteri per ispezioni in servizio 178
15.2.2.4 Appoggi a disco elastomerico confinato 178
15.2.2.4.1 Generalità 178
15.2.2.4.2 Caratteristiche e requisiti funzionali 179
15.2.2.4.3 Materiali 179
15.2.2.4.4 Regole di progetto 179
15.2.2.4.5 Tolleranze 179
15.2.2.4.6 Valutazione di conformità 179
15.2.2.4.7 Installazione 179
15.2.2.4.8 Criteri per ispezioni in servizio 179

15.2.2.5 Appoggi a contatto lineare o puntuale 180
15.2.2.5.1 Generalità 180
15.2.2.5.2 Caratteristiche e requisiti funzionali 180
15.2.2.5.3 Materiali 180
15.2.2.5.4 Regole di progetto 180
15.2.2.5.5 Tolleranze 181
15.2.2.5.6 Valutazione di conformità 181
15.2.2.5.7 Installazione 181
15.2.2.5.8 Criteri per ispezioni in servizio 181
15.2.2.6 Appoggi sferici e cilindrici con PTFE 181
15.2.2.6.1 Generalità 181
15.2.2.6.2 Caratteristiche e requisiti funzionali 181
15.2.2.6.3 Materiali 182
15.2.2.6.4 Regole di progetto 182
15.2.2.6.5 Manifattura, assemblaggio e tolleranze 182
15.2.2.6.6 Valutazione di conformità 182
15.2.3 DISPOSITIVI ANTISISMICI 182
15.2.3.1 Generalità 182
15.2.3.2 Strategie di protezione antisismica 183
15.2.3.3 Dissipatori meccanici (dispositivi a comportamento non lineare) 184
15.2.3.4 Dissipatori fluidodinamici (dispositivi a comportamento viscoso) 184
15.2.3.5 Dispositivi a vincolo rigido temporaneo 185
15.2.3.6 Dispositivi ad isolamento 185
15.2.3.6.1 Dispositivi isolatori elastomerici 185
15.2.3.6.2 Dispositivi isolatori ad attrito 186
15.2.3.7 Dispositivi a comportamento lineare o quasi lineare 187
15.2.3.8 Indicazioni progettuali 187
15.2.3.9 Materiali 188
15.2.3.10 Prove e criteri di accettazione 188
15.2.3.10.1 Isolatori in materiale elastomerico ed acciaio 188
15.2.3.10.2 Dispositivi a comportamento non lineare e lineare 190
15.2.3.10.3 Dispositivi a comportamento viscoso 191
15.2.3.11 Protezione 192
15.2.3.11.1 Generalità 192
15.2.3.11.2 Requisiti 193
15.2.3.12 Manutenzione 194
15.2.3.13 Trasporto,immagazzinamento e installazione 194
15.2.3.13.1 Generalità 194
15.2.3.13.2 Disegni di installazione 195
15.2.3.13.3 Ispezione dopo la consegna 195
15.2.3.13.4 Installazione 196
15.2.3.13.5 Registrazioni 200
15.2.3.13.6 Rifinitura finale 201
15.2.3.14 Piano di assicurazione qualità 201
15.2.3.15 Penali 201
15.2.3.16 Sollevamento impalcati per sostituzione appoggi 201

15.2.4 GIUNTI DI DILATAZIONE SU OPERE D'ARTE 202
15.2.4.1 Riferimenti normativi 202
15.2.4.2 Tipologie di giunti 203
15.2.4.3 Materiali 204
15.2.4.3.1 Acciaio da costruzione 204
15.2.4.3.2 Acciaio inossidabile 204
15.2.4.3.3 Leghe di alluminio 205
15.2.4.3.4 Gomma 205
15.2.4.3.5 Malte, betoncini e resine 205
15.2.4.4 Requisiti funzionali 207
15.2.4.4.1 Generalità 207
15.2.4.4.2 Impermeabilità 207
15.2.4.5 Posa in opera 207
15.2.4.5.1 Piani e vani di posa 207
15.2.4.5.2 Preregolazione 208
15.2.4.5.3 Raccordi con la pavimentazione, i cordoli e le barriere 208
15.2.4.6 Prove e controlli 209
15.2.4.6.1 Generalità 209
15.2.4.6.2 Prova funzionale del giunto 209
15.2.4.6.3 Prove di carico 210
15.2.4.6.4 Prova a fatica 210
15.2.4.6.5 Prova di adesione al cls 210
15.2.4.6.6 Prova di sfilamento tirafondi 211
15.2.4.6.7 Prove di protezione anticorrosiva 211
15.2.4.6.8 Controllo delle materie prime e componenti 211
15.2.4.6.9 Controlli in corso di montaggio 212
15.2.4.6.10 Controlli sui prodotti finiti 213
15.2.4.7 Piano di assicurazione qualità 214
15.2.4.8 Manutenzione dei dispositivi 214
15.2.4.9 Penali 214
15.2.4.10 Appendice: giunti di dilatazione a tampone 215
15.2.4.10.1 Generalità 215
15.2.4.10.2 Materiali 216
15.2.4.10.3 Giunto a tampone viscoelastico 217
15.2.5 DISPOSITIVI PER LO SMALTIMENTO DELL'ACQUA DAGLI IMPALCATI 218
15.2.5.1 Campo di applicazione 218
15.2.5.2 Posa in opera 218
15.2.5.3 Controlli ed accettazione 218
15.2.5.4 Controlli in cantiere 219
15.2.5.5 Norme di misurazione 219

15.3 VERNICIATURE DI STRUTTURE IN ACCIAIO 219
15.3.1 CICLO "A" 220
15.3.2 CICLO "B" 221
15.3.3 CICLO "C" 222
15.3.4 CICLO "D" 223
15.3.5 CICLO "E" 224

15.3.6 CICLO "F" 225
15.3.6.1 Ciclo F/1 225
15.3.6.2 Ciclo F/2 226
15.3.7 PROTEZIONE AL FUOCO 226
15.3.7.1 Con pittura ignifuga intumescente 226
15.3.7.2 Con strato di fibre minerali miscelate con cemento e collante 227
15.4 SISTEMI PROTETTIVI PER STRUTTURE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO 227
15.4.1 SISTEMI PROTETTIVI FILMOGENI 227
15.4.1.1 Generalità 227
15.4.1.2 Definizione e scelta dei sistemi protettivi 228
15.4.2 PROTEZIONE DI PONTI E CAVALCAVIA 228
15.4.3 REQUISITI E METODI DI PROVA 229
15.4.4 ACCETTAZIONE E SPECIFICHE PRESTAZIONALI DEI SISTEMI PROTETTIVI 230
15.4.5 PREPARAZIONE DEL SUPPORTO E MODALITÀ D'APPLICAZIONE DEL SISTEMA PROTETTIVO 231
15.4.5.1 Pulizia della superficie 231
15.4.5.2 Applicazione del sistema protettivo (primer + finitura) 232
15.4.6 PROVE, CONTROLLO DELLE PRESTAZIONI E DEGLI SPESSORI, PENALI 232
15.5 IMPERMEABILIZZAZIONE DI OPERE D'ARTE 233
15.5.1 NORME GENERALI 233
15.5.2 MANTO CON MEMBRANA ELASTICA CONTINUA IN MATERIALE EPOSSIPOLIURETANICO 234
15.5.2.1 Primer di adesione 234
15.5.2.2 Membrana impermeabilizzante sintetica elastica continua spruzzata in opera 234
15.5.2.3 Mano d'attacco per collegamento della membrana con la pavimentazione 235
15.5.2.4 Modalità di applicazione 235
15.5.3 MANTO CON CAPPA DI MASTICE DI ASFALTO 235
15.5.3.1 Materiali 235
15.5.3.2 Modalità di preparazione del mastice di asfalto colato 237
15.5.3.3 Modalità di applicazione 238
15.5.4 MANTO CON BITUME MODIFICATO CON ELASTOMERI ED ARMATO CON TNT 239
15.5.5 REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI IMPIEGATI E DEL MANTO IMPERMEABILIZZANTE 239
15.5.5.1 Caratteristiche del bitume elastomerizzato 239
15.5.5.2 Caratteristiche del tessuto in poliestere 240
15.5.5.3 Caratteristiche del manto impermeabilizzante 240
15.5.6 MANTO REALIZZATO CON GUAINE PREFORMATE COSTITUITE DA BITUMI MODIFICATI CON ELASTOMERI ED ARMATO CON TNT 241
15.5.6.1 Materiali 241
15.5.6.2 Modalità di posa in opera 242
15.5.7 MANTO CON CARTONFELTRO BITUMATO 243
15.5.8 MANTO CON MEMBRANE PREFABBRICATE A BASE BITUMINOSA 243
15.5.9 MANTO CON FOGLI DI PVC O DI GOMMA SINTETICA 244
15.5.10 MANTO CON FOGLI DI PVC E COIBENTAZIONE IN PANNELLI DI POLIURETANO ESPANSO 244
15.5.11 BARRIERA ANTIVAPORE 244
15.5.12 GEOTESSILE 244
15.6 PALI DI FONDAZIONE 245
15.6.1 GENERALITÀ 245

15.6.2 NORME DI RIFERIMENTO 245
15.6.3 SOGGEZIONI GEOTECNICHE E GEOIDROLOGICHE ED AMBIENTALI GENERALI 246
15.6.4 PROVE PRELIMINARI 247
15.6.4.1 Prove tecnologiche 247
15.6.4.2 Prove di progetto 247
15.6.4.3 Preparazione del piano di lavoro 248
15.6.5 PALI INFISSI PREFABBRICATI 248
15.6.5.1 Definizione 248
15.6.5.2 Soggezioni geotecniche e ambientali specifiche 248
15.6.5.3 Caratteristiche dei materiali 249
15.6.5.4 Tolleranze geometriche 251
15.6.5.5 Tracciamento 251
15.6.5.6 Infissione 251
15.6.5.6.1 Infissione per battitura 252
15.6.5.6.2 Infissione per vibrazione 253
15.6.5.6.3 Aspetti generali d'installazione 253
15.6.5.7 Controlli e documentazione lavori 254
15.6.6 PALI BATTUTI O ROTO-INFISSI, GETTATI IN OPERA 254
15.6.6.1 Definizione 254
15.6.6.2 Soggezioni geotecniche e ambientali specifiche 255
15.6.6.3 Tolleranze geometriche 255
15.6.6.4 Tracciamento 255
15.6.6.5 Installazione del tubo forma 256
15.6.6.5.1 Infissione con battipalo 256
15.6.6.5.2 Roto-infissione del tubo forma 257
15.6.6.6 Formazione del fusto del palo 257
15.6.6.6.1 Pali con formazione del fusto con conglomerato cementizio costipato 258
15.6.6.6.2 Pali con formazione del fusto con conglomerato cementizio colato 258
15.6.6.6.3 Posa in opera delle armature 259
15.6.6.7 Controlli e documentazione dei lavori 260
15.6.7 PALI TRIVELLATI DI MEDIO E GRANDE DIAMETRO 261
15.6.7.1 Definizione 261
15.6.7.2 Soggezioni geotecniche e idrogeologiche specifiche 261
15.6.7.3 Tolleranze geometriche 262
15.6.7.4 Tracciamento 262
15.6.7.5 Perforazione 263
15.6.7.5.1 Attrezzature 263
15.6.7.5.2 Perforazione a secco senza rivestimento 263
15.6.7.5.3 Perforazione con impiego di tubazione di rivestimento provvisoria 263
15.6.7.5.4 Perforazione in presenza di fango bentonitico 264
15.6.7.5.5 Perforazione con elica continua 265
15.6.7.5.6 Attraversamento di trovanti e/o formazioni rocciose 266
15.6.7.5.7 Controlli 266
15.6.7.6 Armature metalliche 267
15.6.7.7 Formazione del fusto del palo 268
15.6.7.7.1 Preparazione e trasporto del conglomerato cementizio 268

15.6.7.7.2 Posa in opera del conglomerato cementizio per pali trivellati 269
15.6.7.7.3 Posa in opera del conglomerato cementizio per pali trivellati con elica continua 270
15.6.7.7.4 Condizioni particolari 270
15.6.7.7.5 Controlli 271
15.6.7.8 Documentazione dei lavori 272
15.6.8 PROVE DI CONTROLLO SUI PALI 272
15.6.8.1 Prove di carico 272
15.6.8.2 Controlli non distruttivi 273
15.6.8.2.1 Prove geofisiche 274
15.6.8.2.2 Carotaggio continuo meccanico 274
15.6.8.2.3 Scavi attorno al fusto del palo 275
15.6.9 MICROPALI 275
15.6.9.1 Definizione, classificazione e campi di applicazione 275
15.6.9.2 Soggezioni geotecniche e geoidrologiche 276
15.6.9.3 Tolleranze geometriche 276
15.6.9.4 Tracciamento 276
15.6.9.5 Perforazione 276
15.6.9.5.1 Attrezzature 276
15.6.9.5.2 Metodologie di perforazione 277
15.6.9.6 Confezione e posa delle armature 278
15.6.9.6.1 Copriferro delle armature 278
15.6.9.6.2 Armatura con profilati di acciaio 278
15.6.9.6.3 Armature tubolari in acciaio 279
15.6.9.6.4 Armature in materiale speciale 279
15.6.9.7 Formazione del fusto del micropalo 279
15.6.9.7.1 Riempimento a gravità 280
15.6.9.7.2 Riempimento a bassa pressione 280
15.6.9.7.3 Iniezione ripetuta ad alta pressione 280
15.6.9.8 Caratteristiche delle miscele cementizie e delle malte cementizie 281
15.6.9.8.1 Miscela cementizia 281
15.6.9.8.2 Malta cementizia 282
15.6.9.8.3 Calcestruzzo 282
15.6.9.9 Controlli 283
15.6.9.10 Documentazione dei lavori 284
15.6.9.11 Appendice 284
15.6.9.11.1 Misure del peso specifico della miscela cementizia e malta cementizia 284
15.6.9.11.2 Misure della decantazione per le miscele cementizie e le malte 284

ART. 16. FINITURE 285

16.1 NORME E PRESCRIZIONI PARTICOLARI 285
16.1.1 GENERALITÀ 285

16.2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI 287

16.3 MATERIALI NATURALI E DI CAVA 288
16.3.1 ACQUA 288
16.3.2 SABBIA 288

16.3.2.1 Generalità 288
16.3.2.2 Sabbia per murature in genere 288
16.3.2.3 Sabbia per intonaci ed altri lavori 289
16.3.2.4 Sabbia per conglomerati cementizi 289
16.3.3 GHIAIA - PIETRISCO 289
16.3.3.1 Generalità 289
16.3.3.2 Ghiaia e pietrisco per conglomerati cementizi 290
16.3.4 POMICE 290
16.3.5 PIETRE NATURALI E MARMI 290
16.3.5.1 Generalità - Caratteristiche tecniche 290
16.3.5.2 Campionature di riferimento 295
16.3.5.3 Programma di manutenzione 297
16.3.5.4 Produzione degli elementi in materiale lapideo 297
16.3.5.5 Leggi, norme e documenti di riferimento 297
16.3.5.6 Qualità e provenienza dei materiali 298
16.3.5.7 Produzione 298
16.3.5.8 Qualità finale dei prodotti 298
16.3.5.9 Imballo e spedizione 299

16.4 CALCI - POZZOLANE - LEGANTI IDRAULICI 299
16.4.1 CALCI AEREE 299
16.4.1.1 Calce grassa in zolle 300
16.4.1.2 Calce magra in zolle 300
16.4.1.3 Calce idrata in polvere 300
16.4.2 POZZOLANA 300
16.4.3 LEGANTI IDRAULICI 301
16.4.3.1 Generalità 301
16.4.3.2 Denominazione dei tipi 301
16.4.3.3 Resistenze meccaniche e tempi di presa 301
16.4.3.4 Modalità di fornitura 302
16.4.3.5 Prelievo dei campioni 302
16.4.3.6 Conservazione 303
16.4.3.7 Particolari prescrizioni sui cementi 303

16.5 GESSI PER EDILIZIA 303
16.5.1 GENERALITÀ 303

16.6 MURATURE 304
16.6.1 MATERIALI LATERIZI E TERMOLATERIZI 304
16.6.1.1 Mattoni e blocchi per murature 304
16.6.1.2 Blocchi cavi per murature (M1) 305
16.6.1.3 Blocchi in calcestruzzo di argilla espansa (M2) 305

16.7 MATERIALI CERAMICI 306
16.7.1 GRES 306
16.7.1.1 Generalità 306
16.7.1.2 Materiali di grès porcellanato 307

16.8 VETRI E CRISTALLI 307

16.8.1 GENERALITÀ 307
16.8.2 VETRI PIANI E CURVI SEMPLICI E STRATIFICATI 308

16.9 PRODOTTI PER TINTEGGIATURA - PITTURE - VERNICI - SMALTI 311
16.9.1 GENERALITÀ 311
16.9.2 MATERIE PRIME E PRODOTTI VARI DI BASE 311
16.9.2.1 Metodi di campionamento 311
16.9.2.2 Pigmenti e pigmenti riempitivi (cariche) 311
16.9.2.3 Resine e leganti - Solventi e diluenti 312
16.9.2.4 Prodotti vari di base 313
16.9.3 PITTURE 313
16.9.3.1 Generalità 313
16.9.3.2 Pitture opache di fondo 314
16.9.3.3 Pitture antiruggine ed anticorrosive 314
16.9.3.4 Pitture murali a base di resine plastiche 315
16.9.4 VERNICI 315

16.10 MATERIALI PER IMPERMEABILIZZAZIONI 316
16.10.1 CATRAME 316
16.10.2 BITUMI LIQUIDI 316
16.10.3 EMULSIONI BITUMINOSE 316
16.10.4 ASFALTO 316
16.10.5 MASTICE DI ASFALTO 317
16.10.6 VERNICI PER TRATTAMENTO DI PARETI IN C.A. (REALIZZAZIONE DI BARRIERA AL VAPORE) 317

16.11 PAVIMENTI 317
16.11.1 SOTTOFONDI 318
16.11.2 PAVIMENTI IN GRÈS PORCELLANATO 318
16.11.3 PAVIMENTAZIONE IN WPC (B8_T3) 320
16.11.4 PAVIMENTAZIONE FLOTTANTE (PORTANZA 10 KN/M^2) (B7) 320
16.11.5 PAVIMENTAZIONE IN PIASTRELLE AD ALTA COMPRESSIONE IN CLS (B6) 321
16.11.6 PAVIMENTI TATTILI IN GRES PORCELLANATO (B4) 321

16.12 PARETI E RIVESTIMENTI 322
16.12.1 NORME E PRESCRIZIONI GENERALI 322
16.12.2 RIVESTIMENTO IN GRÈS CERAMICO PORCELLANATO (V10) 323
16.12.3 FACCIATA VENTILATA IN HPL (V1-V5-V4-V6-V9) 323
16.12.3.1 Pannelli di rivestimento in HPL 323
16.12.3.2 Sottostruttura 324
16.12.4 PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER LA REALIZZAZIONE DI FORI E ASOLE NEI RIVESTIMENTI A PARETE 324

16.13 LAVORI DA PITTORE E INTONACI 324
16.13.1 MATERIALI - TERMINOLOGIA - PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI 324
16.13.2 COLORI - CAMPIONATURA - MANI DI VERNICIATURA 325
16.13.3 PREPARAZIONE DEI PRODOTTI 325
16.13.4 UMIDITÀ ED ALCALINITÀ DELLE SUPERFICI 325
16.13.5 PROTEZIONI E PRECAUZIONI 326
16.13.6 OBBLIGHI E RESPONSABILITÀ DELL'APPALTATORE 326
16.13.7 DISPOSIZIONI LEGISLATIVE 326

16.13.8 PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI - RASATURE 327
16.13.9 INTONACO DI VERMICULITE 328

16.14 MANUFATTI SPECIALI IN VETRO E ACCIAIO 329
16.14.1 NORMATIVA 329
16.14.2 FORNITURA DEI MATERIALI - SPESSORI 330
16.14.3 TRASPORTO E STOCCAGGIO 330
16.14.4 CONTROLLI ED OBBLIGHI DELL'APPALTATORE 330
16.14.5 MODALITÀ DI POSA IN OPERA 330
16.14.6 PRESCRIZIONI PARTICOLARI 332
16.14.7 PARETI E PORTE VETRATE 332
16.14.8 ASCENSORE 333
16.14.9 INFISSI METALLICI 333
16.14.9.1 Modalità di lavorazione e montaggio 333
16.14.9.2 Prove di resistenza e di usura 334
16.14.9.3 Infissi in profilati di acciaio laminati a caldo 334
16.14.9.4 Infissi in alluminio e leghe leggere di alluminio 335
16.14.9.4.1 Generalità - Materiali 335
16.14.9.4.2 Modalità esecutive e di posa in opera 335
16.14.9.4.3 Accessori 336
16.14.9.4.4 Trattamenti di protezione superficiale 336
16.14.9.4.5 Protezioni speciali 337
16.14.9.4.6 Controlli sullo strato anodico 337
16.14.9.1 Opere metalliche di finitura (C) 338
16.14.9.1.1 Ringhiere (C3 E C5) 338
16.14.9.1.2 Corrimano compresi i supporti, Ø50 mm sp. 2mm, in acciaio inox (C3) 338
16.14.10 PORTE E PORTONI 338
16.14.10.1 Porte antincendio e porte comuni 339
16.14.10.2 Vetrate tagliafuoco REI 30-60-120 (F1- F2- F3- F4) 340

16.15 SOFFITTI 340
16.15.1 NORME E PRESCRIZIONI GENERALI 340
16.15.2 CONTROSOFFITTO IN DOGHE O PANNELLI DI ALLUMINIO (S3) 342
16.15.2.1 Fornitura e posa 342
16.15.3 CONTROSOFFITTO METALLICO IN PANNELLI DI ALLUMINIO SCATOLATO (S3) 342
16.15.4 CONTROSOFFITTI IN CARTONGESSO (S5) 343
16.15.4.1 Fornitura e posa 343
16.15.5 FORI NEI CONTROSOFFITTI 344

16.16 COPERTURE E PENSILINE 344
16.16.1 PRESCRIZIONI GENERALI 344
16.16.2 1.10.1 PENSILINA METALLICA (D1) 346
16.16.3 FENOMENI DIELETTRICI DI ELETTROEROSIONE 346
16.16.4 LINEE VITA PER LE PENSILINE (METALLICHE E IN CALCESTRUZZO) 346
16.16.5 VERDE PENSILE SU COPERTURA PIANA (D2) 347

16.17 ARREDI 347
16.17.1 PANCHINA LINEARE (A1) 347

16.17.2 CESTINO PORTARIFIUTI IN LAMIERA ZINCATA (A2) 348
16.17.3 MAPPA TATTILE (MT) 348

ART. 17. IMPIANTI CIVILI 348

17.1 APPLICAZIONE DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI 348

17.2 APPLICAZIONE DELL'ART. 55 DEL REGOLAMENTO EDILIZIO COMUNALE (RELAZIONE ENERGETICO AMBIENTALE) 349

17.3 DESCRIZIONE GENERALE IMPIANTI MECCANICI 350
17.3.1 PRESCRIZIONI GENERALI 351
17.3.1.1 Modalità esecutive delle opere 351
17.3.1.2 Prescrizioni generali sui materiali 351
17.3.1.2.1 Note sulle prevalenze 352
17.3.1.3 Verifiche e prove in corso d'opera degli impianti 352
17.3.1.4 Collaudo – verifiche e prove preliminari – impianti fluidomeccanici 354
17.3.1.4.1 Verifiche e prove preliminari 354
17.3.1.4.2 Documenti per il collaudo 356
17.3.1.4.3 Collaudo finale – impianti fluidomeccanici 356
17.3.1.4.4 Collaudi in officina 356
17.3.1.4.5 Collaudi Provvisori 357
17.3.1.5 Collaudi definitivi - impianti di riscaldamento, termoventilazione, condizionamento 357
17.3.1.5.1 Collaudo invernale 357
17.3.1.5.2 Collaudo estivo 357
17.3.1.5.3 Procedure di verifica dell'avviamento 357
17.3.1.5.4 Procedure di collaudo 358
17.3.1.5.5 Misura della temperatura ambiente 359
17.3.1.5.6 Misura della temperatura esterna 360
17.3.1.5.7 Misura della umidità relativa 360
17.3.1.5.8 Misura della velocità dell'aria 360
17.3.1.5.9 Misura della portata d'aria 361
17.3.1.5.10 Prova di tenuta 361
17.3.1.5.11 Misura dell'efficienza di filtrazione dell'aria 361
17.3.1.6 Collaudi definitivi - impianti idrici e di scarico 361
17.3.1.6.1 Generalità 361
17.3.1.6.2 Controllo preliminare 362
17.3.1.6.3 Prove e verifiche in corso d'opera 362
17.3.1.6.4 Prove idrauliche e prove di tenuta 362
17.3.1.6.5 Prove e verifiche finali 362
17.3.1.6.6 Verifica della rumorosità dell'impianto 362
17.3.1.6.7 Risultati delle prove 362
17.3.1.6.8 Documentazione 362
17.3.1.7 Obblighi ed oneri compresi 364
17.3.1.8 Obblighi ed oneri specifici in relazione alle distribuzioni fluidiche 365
17.3.1.9 Oneri e obblighi diversi a carico dell'impresa 365
17.3.1.10 Commissioning 366
17.3.1.11 Garanzia degli impianti 366

17.3.2 NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO 366
17.3.3 STAZIONE POMPE E RISERVA IDRICA ANTINCENDIO 368
17.3.3.1 Alimentazione idrica 368
17.3.3.2 Descrizione impianto 369
17.3.3.3 Specifiche tecniche gruppi pressurizzazione antincendio 369
17.3.3.3.1 Rete sprinkler 370
17.3.3.3.2 Rete idranti 375
17.3.4 IMPIANTO DI PROTEZIONE A IDRANTI 377
17.3.4.1 Descrizione impianto 377
17.3.5 IMPIANTO DI SPEGNIMENTO AUTOMATICO A SPRINKLER 378
17.3.5.1 Descrizione impianto 378
17.3.6 ESTINTORI E SEGNALETICA 378
17.3.6.1 Descrizione presidi adottati 378
17.3.6.2 Specifiche tecniche 378
17.3.6.2.1 Estintori 378
17.3.7 IMPIANTO IDRICO-SANITARIO – RETE DI CARICO 379
17.3.7.1 Descrizione 379
17.3.7.2 Misurazione dei consumi idrici (art. 47 Regolamento edilizio comunale) 380
17.3.7.3 Contenimento dei consumi idrici (art. 53 Regolamento edilizio comunale) 380
17.3.7.4 Specifiche tecniche 380
17.3.7.4.1 Tubazioni in acciaio inox 380
17.3.7.4.2 Tubazioni in multistrato (PEX-AL-PEAD) 383
17.3.7.4.3 Valvolame per impianto idrosanitario 383
17.3.7.4.4 Coibentazioni tubazioni 385
17.3.7.4.5 Pompa di calore 386
17.3.8 IMPIANTO IDRICO-SANITARIO – SCARICO ACQUE REFLUE 387
17.3.8.1 Descrizione impianto 387
17.3.8.2 Specifiche tecniche 387
17.3.8.2.1 Tubazioni in materiale plastico per impianti di scarico 387
17.3.8.2.2 Pompe sommergibili 390
17.3.9 IMPIANTO IDRICO-SANITARIO – SCARICO ACQUE METEORICHE 398
17.3.9.1 Descrizione impianto 398
17.3.10 IMPIANTO IDRICO DI IRRIGAZIONE 398
17.3.10.1.1 Descrizione impianto 398
17.3.11 IMPIANTI RAFFRESCAMENTO LOCALI TECNICI NON DI SISTEMA 399
17.3.11.1 Descrizione impianto raffreddamento blocco Sud centrali elettriche 399
17.3.11.2 Descrizione impianto locale telecomunicazioni SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) 400
17.3.11.3 Descrizione impianto locali tecnici blocco Nord e locale segnalamento / sezionatori 400
17.3.11.4 Specifiche tecniche 400
17.3.11.4.1 Lista materiali 400
17.3.11.4.2 Tabella delle abbreviazioni 401
17.3.11.4.3 Raffreddamento tecnico - REYQ32U = REYQ16U + REYQ16U 402
17.3.11.4.4 Requisiti tecnici di raffreddamento 405
17.3.11.4.5 Altri locali - RYYQ12U 405
17.3.11.4.6 Dettagli unità esterna 407

17.3.11.4.7 Informazioni relative al refrigerante 409
17.3.11.4.8 Raffreddamento tecnico - REYQ32U = REYQ16U + REYQ16U 410
17.3.11.4.9 Selezione dei diametri delle tubazioni 410
17.3.11.4.10 Limitazioni delle tubazioni 411
17.3.11.4.11 Altri locali - RYYQ12U 412
17.3.11.4.12 Best Practices 412
17.3.11.4.13 Tubazioni in rame 412
17.3.12 IMPIANTO DI RISCALDAMENTO E CONDIZIONAMENTO BOX AGENTE DI STAZIONE, BAGNO E UFFICIO MOVIMENTO 414
17.3.12.1 Descrizione impianto termico 414
17.3.12.2 Descrizione impianto di ventilazione meccanica controllata 414
17.3.12.3 Ventilazione meccanica controllata 415
17.3.12.4 Specifiche tecniche - canalizzazioni 416
17.3.12.4.1 Caratteristiche Costruttive 416
17.3.12.4.2 Giunzioni 416
17.3.12.4.3 Dimensionamento 417
17.3.12.4.4 Posa in opera 417
17.3.12.4.5 Supporti dei canali 418
17.3.12.4.6 Caratteristiche costruttive – canalizzazioni in poliuretano 418
17.3.12.4.7 Condotti flessibili 418
17.3.12.4.8 Isolamento canalizzazioni 419
17.3.12.4.9 Rivestimento esterno canali in vista 419
17.3.12.5 Bocchettame e serrande 419
17.3.12.5.1 Diffusori, bocchette di riprese e griglie 419
17.3.13 SISTEMA DI CONTROLLO BACS (ART. 53 REGOLAMENTO EDILIZIO COMUNALE) 421
17.3.13.1 Descrizione impianto 421
17.3.13.2 Specifiche tecniche 421
17.3.14 IMPIANTO RISCALDAMENTO STAZIONE POMPE ANTINCENDIO 421
17.3.14.1 Generalità 421
17.3.14.2 Descrizione impianto 422
17.3.15 IMPIANTO DI RAFFRESCAMENTO EVAPORATIVO ATRIO 422
17.3.15.1 Descrizione impianto 422
17.3.15.2 Specifiche tecniche 422
17.4 DESCRIZIONE GENERALE IMPIANTI ELETTRICI 423
17.4.1 ELETTRICI 423
17.4.2 SPECIALI 423
17.4.3 IMPIANTO FOTOVOLTAICO 423
17.4.4 ORIGINE DELL'IMPIANTO 423
17.4.5 QUADRO GENERALE DI BASSA TENSIONE (QGBT) 423
17.4.6 NORME GENERALI RELATIVE AL CAPITOLATO DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI DI LINEA E DI STAZIONE 425
17.4.6.1 Stoccaggio e trasporto dei materiali 425
17.4.6.2 Norme di misurazione e di contabilizzazione 425
17.4.6.3 Parti di ricambio e scorte 425
17.4.6.4 Documentazioni e prove 425
17.4.6.5 Corsi di istruzione 426

17.4.7 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE E CRITERI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI 426
17.4.7.1 Premessa 426
17.4.7.2 Riferimenti normativi e legislativi 426
17.4.7.2.1 Leggi di validità generale 427
17.4.7.2.2 Leggi e norme particolari 427
17.4.7.3 Quadri elettrici 429
17.4.7.3.1 Quadro di distribuzione secondaria di tipo metallico 430
17.4.7.4 Cavi e conduttori 430
17.4.7.5 Passerelle e canali portacavi 431
17.4.7.6 Tubi protettivi 433
17.4.7.7 Impianti di illuminazione 434
17.4.7.8 Impianto di antintrusione 435
17.4.7.9 Distribuzione e utenze terminali 438
17.4.7.9.1 Punto luce equivalente 438
17.4.7.9.2 Punto comando luce automatico ad infrarosso 438
17.4.7.9.3 Punto di alimentazione equivalente 440
17.4.7.10 Impianti di terra e protezione contro scariche atmosferiche 440
17.4.7.11 Impianti di rivelazione incendio 443
17.4.7.11.1 Centrale analogica di rivelazione incendio per sistemi indirizzati 443
17.4.7.11.2 Terminale di ripetizione allarmi 443
17.4.7.11.3 Rivelatore ottico di fumo, analogico 446
17.4.7.11.4 Rivelatore multicriterio (ottico e termovelocimetrico) 446
17.4.7.11.5 Pulsante manuale di allarme incendio 446
17.4.7.11.6 Modulo di comando 446
17.4.7.11.7 Ripetitore luminoso di allarme 446
17.4.7.11.8 Avvisatore ottico-acustico di allarme incendio 446
17.4.7.11.9 Avvisatore ottico di allarme incendio per interni 447
17.4.7.11.10 Sirena elettronica per esterno 447
17.4.7.11.11 Stazione di alimentazione 24vcc 447
17.4.7.12 Impianto antintrusione 447
17.4.7.12.1 Combinatore telefonico digitale a sintesi vocale 448
17.4.7.12.2 Tastiera supplementare di comando e controllo 449
17.4.7.12.3 Contatto magnetico 449
17.4.7.12.4 Rivelatore volumetrico a doppia tecnologia da interno per montaggio a parete 450
17.4.7.13 Impianto fotovoltaico 450
17.4.7.13.1 Campo fotovoltaico 451
17.4.7.13.2 Quadro di campo (sezionamento e parallelo delle stringhe di pannelli fotovoltaici) 452
17.4.7.13.3 Quadro interno di sezionamento 453
17.4.7.13.4 Sistema di conversione elettrica 454

ART. 18. PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO 456

18.1 CAMPI DI IMPIEGO 456

18.2 SPECIFICHE TECNICHE 456
18.2.1 DESCRIZIONE E MODALITÀ ESECUTIVE 456
18.2.1.1 Generalità 456

18.2.1.2 Controlli in corso d'opera 459
18.2.1.3 Pavimentazione per marciapiede con asfalto colato 459
18.3 ONERI SPECIFICI DELL'APPALTATORE 460
ART. 19. FONDAZIONI E SOTTOFONDI STRADALI 460
19.1 CAMPI DI IMPIEGO 460
19.2 SPECIFICHE TECNICHE 460
19.2.1 NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO 460
19.2.2 DESCRIZIONE E MODALITÀ ESECUTIVE 461
19.2.2.1 Generalità 461
19.2.2.2 Trattamento del piano di posa della fondazione stradale 462
19.2.2.3 Sottofondazione e fondazione stradale in misto stabilizzato 462
19.2.2.4 Sottofondazione e fondazione stradale in misto cementato 463
19.2.2.4.1 Descrizione 463
19.2.2.4.2 Caratteristiche dei materiali da impiegarsi 463
19.2.2.4.3 Miscela- Prove di laboratorio e in sito. 464
19.2.2.4.4 Preparazione 465
19.2.2.4.5 Posa in opera 465
19.2.2.4.6 Protezione superficiale 466
19.2.2.4.7 Norme di controllo delle lavorazioni e di accettazione 466
19.2.2.5 Formazione di sottofondo per marciapiede 466
19.2.2.6 Fondazione stradale in conglomerato bituminoso 466
19.2.2.6.1 Generalità 466
19.2.2.6.2 Inerti 467
19.2.2.6.3 Legante 467
19.2.2.6.4 Miscela 468
19.2.2.6.5 Controllo dei requisiti di accettazione 468
19.2.2.7 Preparazione delle miscele 469
19.2.2.8 Posa in opera 469
19.2.2.9 Controlli in corso d'opera 471
19.3 ONERI SPECIFICI DELL'APPALTATORE 471
ART. 20. SISTEMAZIONI ESTERNE 472
20.1 PREMESSA 472
20.1.1 PREMESSA GENERALE 472
20.1.2 OBIETTIVI E STRUTTURA DEL DOCUMENTO 472
20.1.3 DOCUMENTI ALLEGATI 472
20.1.4 QUADRO NORMATIVO 473
20.1.4.1 Normativa Europea 474
20.1.4.2 Normativa nazionale 474
20.1.4.3 Norme tecniche di settore 477
20.1.4.3.1 Opere paesaggistiche 477
20.2 ESECUZIONE DELLE CATEGORIE DI LAVORO 478
20.2.1 OPERE PREPARATORIE IN PIENA TERRA 478

20.2.1.1 Pulizia generale dell'area 478
20.2.1.2 Decespugliamento e sfalcio 479
20.2.1.3 Materiali da riporto 479
20.2.1.4 Scavi e riporti 480
20.2.1.5 Terra di coltivo 481
20.2.2 REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE 481
20.2.2.1 Caratteristiche generali e condizioni di accettazione 481
20.2.2.2 Provvista dei materiali 482
20.2.2.3 Norme di riferimento per l'accettazione dei materiali 482

20.3 PAVIMENTAZIONI 483
20.3.1 PULIZIA GENERALE DELL'AREA 483
20.3.2 OPERE PREPARATORIE 483
20.3.3 COSTIPAZIONE DEL TERRENO IN SITU 484
20.3.4 REQUISITI DEL SOTTOFONDO 485
20.3.5 GEOTESSILI 486
20.3.6 MALTE E CALCESTRUZZI CEMENTIZI 487
20.3.7 MATERIALI FERROSI 488
20.3.8 STRATO DI ALLETTAMENTO 489
20.3.9 PAVIMENTAZIONE IN MASSELLI AUTOBLOCCANTI PEDONALI 489
20.3.10 PAVIMENTAZIONE IN TERRA BATTUTA 490

20.4 CORDOLI DI TRANSIZIONE 490
20.4.1 CORDONATURA IN CEMENTO FUORI TERRA 490
20.4.2 CORDONATURA A RASO IN CEMENTO 490
20.4.3 BORDURA IN POLIETILENE 491

20.5 ARREDI E FINITURE 491
20.5.1 CAMPIONATURA DEI BENI DA FORNIRE 491
20.5.2 MODALITÀ E LUOGO DI CONSEGNA 491
20.5.3 POSA IN OPERA DEGLI ARREDI E DELLE FINITURE 492
20.5.4 VERNICI, IMPREGNANTI E COLLE 492
20.5.5 PARTI DI RICAMBIO 492
20.5.6 MANUTENZIONE 492
20.5.7 PANCA MODULARE SENZA SCHIENALE 493
20.5.8 SEDUTA LINEARE CON SEDUTA IN LEGNO INTEGRATA 493
20.5.9 CESTINO 493
20.5.10 ARCHI PER SOSTA BICI 494
20.5.11 MASSI CICLOPICI 494

20.6 MATERIALE VIVAISTICO 494
20.6.1 TRAPIANTO DELLE ALBERATURE ESISTENTI 495
20.6.2 TRASPORTO DEL MATERIALE VEGETALE E MANTENIMENTO PRIMA DELL'IMPIANTO 496
20.6.3 MODALITÀ ESECUTIVE ATTIVITÀ DI IMPIANTO 496
20.6.4 PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE ESISTENTE DURANTE LE ATTIVITÀ DI CANTIERE 497
20.6.5 ALBERI 497
20.6.6 ARBUSTI, ERBACEE E TAPPEZZANTI 500
20.6.7 RAMPICANTI 502

20.6.8	SEMENTI PER PRATI	502
20.6.9	GARANZIA D'ATTECCHIMENTO	503
20.7	**PACCHETTO PER VERDE PENSILE**	**504**
20.7.1	PACCHETTO VERDE PENSILE ESTENSIVO MULTISTRATO	505
20.8	**MATERIALI COMPLEMENTARI ALLE OPERE A VERDE**	**506**
20.8.1	SISTEMA DI ANCORAGGIO E IMPIANTO DEGLI ALBERI	506
20.8.2	COLLARINO	507
20.8.3	CONCIMAZIONI PRE-IMPIANTO	507
20.8.4	STRATO PACCIAMANTE	507
20.8.4.1	Pacciamatura in corteccia di conifera	507
20.8.4.2	Pacciamatura in ghiaino	508
20.8.5	MATERIALI IN GENERE	508
20.9	**CONTROLLI SULL'ESECUZIONE DEI LAVORI**	**509**
ART. 21.	**OPERE VARIE**	**509**
21.1	**RETI DI DISTRIBUZIONE**	**509**
21.1.1	SCAVI	510
21.1.1.1	Generalità	510
21.1.1.2	Difesa dalle acque	510
21.1.1.3	Utilizzazione dei materiali di risulta	511
21.1.1.4	Scavi per la manutenzione di tubazioni e opere accessorie	511
21.1.1.5	Movimentazione e stoccaggio dei materiali	511
21.1.2	POSA IN OPERA DELLE RETI INTERRATE	512
21.1.2.1	Posa in opera cavi interrati	512
21.1.2.2	Posa in opera di tubazioni interrate	513
21.1.2.3	Modifiche di reti esistenti	513
21.1.2.4	Riempimenti	514
21.1.2.4.1	Generalità	514
21.1.2.4.2	Materiali	514
21.1.3	MANUFATTI PER TOMBINI E SOTTOPASSI	515
21.1.4	TUBAZIONI PER DRENAGGI	516
21.1.4.1	Tubazioni eseguite con casseforme pneumatiche	516
21.1.4.2	Tubazioni eseguite con elementi prefabbricati	516
21.1.4.2.1	Tubi prefabbricati in calcestruzzo non armato	516
21.1.4.2.2	Tubi prefabbricati in calcestruzzo armato	516
ART. 22.	**COLLAUDI STATICI**	**517**

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1.	Caratteristiche degli aggregati	89
Tabella 2.	Combinazioni materiali per superfici di scorrimento	170
Tabella 3.	Resistenze caratteristiche a compressione dei materiali di scorrimento	171
Tabella 4.	Coefficienti di attrito µmax	172
Tabella 5.	Prospetto 1	194
Tabella 6.	Bitume hard - legante "E" (%di modificante/i (*) > 8%)	216
Tabella 7.	Prestazioni dei sistemi protettivi	230
Tabella 8.	Ghiaie e Pietrischi - Pezzatura	289
Tabella 9.	Ghiaie e Pietrischi - Pezzatura	290
Tabella 10.	Dati caratteristici sulla resistenza ed elasticità delle pietre naturali da costruzione.	292
Tabella 11.	Nomenclatura delle pietre rispetto alla forma	293
Tabella 12.	Nomenclatura delle pietre rispetto alla lavorazione delle superfici	294
Tabella 13.	Cementi - Resistenze meccaniche (a 28 gg.) e tempi di presa	301
Tabella 14.	Agglomerati cementizi e calci idrauliche - Resistenze meccaniche e tempi di presa	302
Tabella 15.	Gessi per edilizia. Caratteristiche fisiche e meccaniche	303
Tabella 16.	Categorie per tipi di laterizi - Resistenze di compressione	305
Tabella 17.	Lastre di vetro lucido - Spessori nominali e relativi limiti	308
Tabella 18.	Lastre di cristallo lustro - Spessori nominali e relativi limiti	309
Tabella 19.	Vetri e cristalli greggi - Vetri stampati - Spessori nominali e relativi limiti	310

ART. 1. INDICAZIONI GENERALI

1.1 Generalità

Il presente Capitolato ha per oggetto tutte le opere civili da eseguire per la costruzione delle opere di prolungamento della tratta BRIN – CANEPARI della metropolitana di Genova ed è parte integrante del Contratto di Appalto.

Tutte le tipologie di lavoro afferenti all'esecuzione delle opere civili della metropolitana vengono realizzate in un contesto estremamente delicato come quello urbano della città di Genova. Inoltre alcune tipologie di lavoro sono affette dalla presenza dell'adiacente linea FF.SS., attualmente dismessa ma in via di riattivazione, e pertanto esse dovranno essere realizzate con prestabiliti piani di lavoro concordati con i tecnici dell'ente ferroviario. Ciò potrebbe determinare alcune limitazioni alla libertà produttiva ed alla organizzazione del lavoro, di cui l'Appaltatore ha dovere ed obbligo di tener conto e per le quali non può chiedere alcun ulteriore compenso e ristoro essendo queste comprese e compensate interamente negli articoli di elenco prezzi.

Tali limitazioni vanno, a titolo esemplificativo ma non esaustivo, dalla necessità di salvaguardia assoluta delle preesistenze da tutti gli inconvenienti legati all'esecuzione dell'opera, all'esiguità degli spazi disponibili, ai vincoli ambientali che devono essere rispettati per mitigare l'impatto delle opere sul contesto, comprendendo anche la ristrettezza dei tempi disponibili per la realizzazione delle opere interferenti con l'esercizio ferroviario e la necessità qualvolta dell'esecuzione di alcune lavorazioni a ciclo continuo e anche durante il fine settimana. Pur nelle difficoltà della realizzazione dell'opera nel contesto urbano l'Appaltatore ha l'obbligo di organizzare la propria capacità produttiva per dare da un lato il lavoro finito a perfetta regola d'arte, dall'altro per rispettare il programma lavori stabilito dalla Stazione appaltante.

L'Appaltatore ha l'obbligo di adottare tutti i provvedimenti e le cautele necessarie per garantire la sicurezza degli operai, delle persone addette ai lavori stessi e dei terzi, nonché per evitare danni ai beni pubblici e privati. L'Appaltatore, ricorrendo all'utilizzo di testimoniali di stato, risponderà del pregiudizio subito dai fabbricati e dalle proprietà di terzi siti in adiacenza alle opere, in ogni caso in cui il pregiudizio debba essere indennizzato o risarcito, sollevando la Stazione appaltante da ogni pretesa che al riguardo venisse rivolta contro di essa.

L'Appaltatore risponderà inoltre dei danni che dovessero derivare alla linea ferroviaria per cause riconducibili alla condotta dei lavori ad egli affidati, nei casi in cui sia richiesto un indennizzo da parte dell'Ente Ferroviario, sollevando la Stazione appaltante da ogni pretesa che a riguardo dovesse venire rivolta contro di essa.

Restano a carico dell'Appaltatore tutte le pratiche e gli oneri per l'occupazione temporanea o definitiva di aree pubbliche o private per strade di servizio, per accesso ai vari cantieri, per l'impianto di cantiere, per la loro illuminazione durante il lavoro notturno, per la gestione della viabilità provvisoria e per tutto quanto altro necessario alla esecuzione dei lavori.

Restano a carico dell'Appaltatore la manutenzione delle opere fino al collaudo finale e le spese per le operazioni di collaudo.

L'Appaltatore è responsabile, a tutti gli effetti, dell'esatto adempimento delle condizioni di contratto e della perfetta esecuzione e riuscita delle opere affidategli, restando inteso esplicitamente che le prescrizioni contenute nel presente capitolato e quant'altro richiamato in contratto sono dall'Appaltatore riconosciute idonee al raggiungimento di tali scopi; la loro osservanza non limita né riduce comunque la responsabilità di esso. La presenza in sito del personale di Direzione Lavori e di sorveglianza e l'eventuale approvazione di opere o di disegni da parte della Direzione Lavori non limitano né riducono tale piena e incondizionata responsabilità.

L'Appaltatore sarà in ogni caso tenuto a rifondere i danni risentiti dalla Amministrazione o da terzi in dipendenza dell'esecuzione dei lavori e a sollevare da ogni corrispondente richiesta sia l'Amministrazione che le persone che la rappresentano, nonostante l'obbligo dell'Appaltatore stesso di ottemperare agli ordini che la D.L. avrà emanato.

L'Appaltatore è parimenti tenuto a rispondere, nei termini su accennati, dell'opera e del comportamento di tutti i suoi dipendenti.

Nei capitoli seguenti verranno descritte le caratteristiche generali delle categorie in esame, le metodologie di esecuzione e verrà indicato un elenco delle opere principali con richiamate le singole schede di capitolato ove sono contenute le disposizioni e le specifiche delle diverse lavorazioni.

Oltre al presente Capitolato va fatto riferimento al Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere Civili redatto da RFI. Nel caso di conflitto tra i due documenti avrà indiscussa valenza la decisione della Direzione Lavori.

1.2 Lavori all'aperto

Per "lavori all'aperto" si intendono:

- le opere che vengono costruite in superficie;
- le opere che vengono eseguite dalla superficie.

Le principali categorie delle opere all'aperto riguardano la realizzazione o la posa in opera di:

- acciaio d'armatura per c.a. e c.a.p.;
- carpenterie metalliche;
- controllo delle correnti vaganti;
- casseforme, armature di sostegno, centinature e attrezzature di costruzione;
- conglomerati cementizi semplici ed armati, normali e precompressi;
- demolizioni;
- pali di medio e grande diametro;
- micropali;
- impermeabilizzazioni;
- manufatti prefabbricati in conglomerato cementizio armato, normale o precompresso;
- movimenti di terra;
- palancole;

- drenaggi;
- ripristino di elementi in c.a.;
- ancoraggi su calcestruzzo indurito;
- opere fognarie;
- fondazioni e pavimentazioni stradali.

1.3 Metodologia di progettazione

La progettazione delle opere all'aperto è stata condotta tenendo conto di esigenze specifiche legate all'inserimento di queste in un tessuto urbano fortemente antropizzato.

Per la realizzazione delle opere all'aperto è necessario ed indispensabile progettare tenendo conto dell'esigenza di ridurre l'impatto delle lavorazioni sul contesto e sull'ambiente circostante. Per raggiungere tale obiettivo i requisiti delle opere devono offrire tutte le garanzie possibili relativamente ai seguenti aspetti:

- minimizzazione dei cedimenti dei fabbricati e delle strutture preesistenti;
- assenza di disturbo sul regime idraulico delle falde sotterranee, realizzata mediante la tenuta idraulica totale delle opere;
- contenimento degli scavi mediante opere che minimizzino gli sbancamenti ed i movimenti terra in superficie;
- mitigazione dell'impatto ambientale;
- ottimizzazione dei tempi di esecuzione;
- minimizzazione dei costi di esecuzione.

1.4 Monitoraggio

Come è stato evidenziato nei paragrafi precedenti la fase di verifica in corso d'opera rappresenta un momento essenziale della realizzazione di un'opera in un contesto sensibile come quello in cui si sviluppa la nuova linea metropolitana. A tal fine è stato predisposto un piano di monitoraggio le cui risultanze devono fornire le indicazioni in tempo reale della risposta dei terreni e delle opere circostanti l'intervento. Alle indicazioni fornite dal monitoraggio in corso d'opera andranno subordinate tutte le fasi esecutive di realizzazione delle opere civili.

ART. 2. BONIFICA DEGLI ORDIGNI ESPLOSIVI

2.1 Campi di impiego

Si prevede la bonifica degli ordigni esplosivi sulle aree indicate negli elaborati specifici.

2.2 Specifiche tecniche

2.2.1 Norme tecniche

I lavori di bonifica da mine, ordigni ed altri manufatti bellici potranno essere eseguiti con il sistema degli strati successivi o a mezzo di perforazioni.

2.2.2 Bonifica a strati successivi

La bonifica degli strati successivi consiste nella ricerca, localizzazione ed eliminazione di tutte le masse metalliche e di tutti gli altri ordigni, mine ed altri manufatti bellici esistenti nel primo strato di cm 100 di profondità e negli strati successivi di cm 100 di profondità con l'impiego di apparecchi cercamine che dovranno essere pertanto idonei allo scopo; la profondità massima è di 12,0 m.
Le zone da bonificare sono indicate negli elaborati specifici.

Detta zona dovrà essere suddivisa in "campi" sui quali si dovrà procedere con i lavori, frazionandoli, a mano a mano che si avanza o in "strisce".

La bonifica dovrà comprendere:

- l'esplorazione per campi ed a strisce, del piano soggetto a bonifica, con cercamine selettivo fino a 30 cm di profondità ed avente caratteristiche simile a quelle del cercamine S.C.R. 625, per la ricerca ed individuazione di ordigni, mine ed altri manufatti bellici; lo scoprimento, esame ed eliminazione dei corpi ed ordigni individuati con questa esplorazione, o collocamento di questi (se sicuramente rimovibili) in sito adatto all'ammassamento per la loro successiva eliminazione o rimozione; l'esplorazione per strisce successive, tanto in senso parallelo che in senso ortogonale al "fronte" dei "campi" di lavoro, di tutto il piano dell'immobile di cui si tratta, con il cercamine tipo FORSTER funzionante fino al punto quattro della scala di ricerca e per una profondità di cm 100 per il primo strato e di cm 100 per gli strati successivi;
- lo scoprimento, l'esame e l'eliminazione di tutti i corpi e gli ordigni segnalati dal cercamine e comunque esistenti fino alla profondità di 100 cm nelle aree esplorate come sopra, e collocamento in sito adatto all'ammassamento di quelli che fossero sicuramente rimovibili, per provvedere poi alla loro successiva eliminazione od altra destinazione, secondo le prescrizioni che saranno impartite dalla D.L., in relazione al loro tipo, quantità e qualità.

Poiché i lavori di bonifica dovranno essere eseguiti in concomitanza ed abbinati a scavi e sbancamenti, resta convenuto che le operazioni di ricerca ed eliminazione degli ordigni dovranno essere eseguite, prima sul piano e sulle aree da scavare e loro adiacenze di servizio, poi, proseguite a strati su ogni nuovo piano messo in luce dagli scavi stessi.

Si precisa inoltre che:

- gli scavi ai quali si premette ed abbina la modifica, dovranno procedere analogamente a strati successivi, (quale che sia il sistema, la maniera od il mezzo di scavo) ed osserveranno tutte le

prescrizioni di questo Capitolato, ed in particolare, le prescrizioni del Capitolato del Ministero della Difesa-Esercito.

La bonifica del fondo finale degli scavi dovrà essere sempre eseguita anche se l'altezza dello strato scavato fosse inferiore a 100 cm.

2.2.3 Bonifica a mezzo di perforazioni

La bonifica a mezzo di perforazioni consisterà nella ricerca, individuazione e localizzazione di corpi ed ordigni bellici ferrosi che fossero interrati ad oltre 100 cm di profondità nella zona in cui sarà eseguita la ricerca.

La zona predetta, dettagliata ed indicata dalla D.L. dovrà essere preventivamente bonificata fino a cm 100 di profondità e sarà compensata con specifico ed appropriato articolo di lavoro.

Dopo aver effettuato la predetta bonifica sino a 100 cm di profondità si dovrà introdurre opportunamente nel terreno da bonificare la sonda del cercamine di profondità fino alla quota massima effettiva che sarà indicata nell'ordinativo di lavoro; in tal maniera dovrà essere effettuata una esplorazione del terreno al fine di individuare e localizzare gli ordigni bellici e i corpi ferrosi che si trovassero interrati fino a 2 m di profondità oltre la quota indicata nell'ordinativo di lavoro e raggiunta dal cercamine.

Il piano orizzontale della zona da bonificare sarà preventivamente ed opportunamente suddiviso in quadrati di lato non superiore a 2,80 m; senza agire con strumenti a percussione, al centro di ciascun quadrato dovrà essere praticato un foro capace di contenere la sonda del cercamine.

Questa perforazione dovrà essere fatta progressivamente a tratti 2 m per volta, in modo da garantire, nel complesso, l'esame di tutto il terreno compreso radialmente fino a m 2 e la sicura individuazione di ogni corpo di ordigno ferroso esistente entro il suddetto raggio.

Occorrendo, a giudizio insindacabile della D.L., un ulteriore e più particolareggiato esame, potrà essere ordinata l'esecuzione di perforazioni poste fra quelle già eseguite e da riferirsi a quadrati supplementari e da contabilizzare ulteriormente.

I vari quadrati della suddivisione dovranno essere opportunamente e preventivamente numerati, sul giornale dei lavori dovrà risultare, come per i "campi" di lavoro, la lavorazione in ogni quadrato e l'esito dei progressivi sondaggi.

La D.L. ha facoltà di controllare, con la ripetizione delle operazioni di esplorazione, i dati registrati; ciò senza che all'Impresa sia dovuto alcun ulteriore compenso, essendo tale onere già previsto nel prezzo unitario.

Dovendo i lavori di bonifica da ordigni esplosivi essere eseguiti con personale ed attrezzature speciali (D.L. 12.4.1946 n. 320) l'impresa dovrà avvalersi ove necessario, per le operazioni di bonifica, della collaborazione di Ditte specializzate riconosciute idonee dal Ministero della Difesa - Esercito.

2.2.4 Collaudi Direzione Genio Militare

È fatto obbligo all'Impresa richiedere e procurarsi tempestivamente il collaudo, anche parziale, da parte della Direzione Genio-Militare rimanendo inteso che gli stati di acconto e quello finale restano subordinati alla presentazione del certificato di collaudo.

Detti collaudi parziali, potranno essere quote parti delle aree da bonificare e secondo le richieste saranno formulate dalla D.L. nel corso dell'appalto.

ART. 3. RILIEVI TOPOGRAFICI E TRACCIAMENTI

3.1 Scopo e campo di applicazione

Il presente capitolo ha lo scopo di descrivere e standardizzare le fondamentali operazioni topografiche svolte per:

- rete di inquadramento e raffittimento;
- poligonali;
- rilievi planoaltimetrici;
- tracciati planoaltimetrici.

La presente sezione si applica alle operazioni topografiche necessarie alla realizzazione delle opere di vario genere, all'esecuzione di rilievi planoaltimetrici ed al posizionamento di opere d'arte.

3.2 Oneri generali

Nello svolgimento delle attività l'Appaltatore potrà eseguire contemporaneamente più operazioni fra quelle indicate, scelte secondo le necessità operative ed i criteri di buona esecuzione, comunque espletate nel rispetto delle tolleranze di seguito descritte. Quindi le operazioni di rilievo e tracciamento dovranno essere supportate da livellazioni di precisione e/o tecniche e da poligonali planimetriche di precisione.

Resta inteso che l'Appaltatore per particolari operazioni dettate dall'aspetto esecutivo delle varie opere, dovrà valutarle di caso in caso e supportarle mediante redazione di specifica documentazione da sottoporre all'approvazione della D.L..

L'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese alle eventuali occupazioni temporanee di proprietà di terzi, conseguenti ai lavori previsti, nonché ai risarcimenti di qualsiasi natura per danni o pregiudizio alla proprietà di terzi, derivanti dalle operazioni oggetto del presente capitolo.

Tutto il materiale topografico, cartografico e monografico, relativo ai rilievi del terreno, compresi i disegni originali, resterà di piena ed assoluta proprietà del Comune di Genova.

È fatto obbligo all'Appaltatore di notificare alla Stazione appaltante, con almeno cinque giorni di anticipo, la data presunta di ultimazione dei lavori, al fine di consentire l'effettuazione di eventuali controlli che si riterranno opportuni. Resta inteso che gli eventuali controlli eseguiti nelle fasi

intermedie non impegnano la Stazione appaltante ai fini dei controlli finali previsti nell'ultima fase dei lavori.

L'Appaltatore è anche tenuto a comunicare l'esatto recapito della Squadra operativa, nonché la data di inizio e quella, presumibile, di fine delle operazioni stesse.

3.3 Oneri generali per rilievi in corso di esecuzione dei lavori

Sarà cura dell'Appaltatore, se non diversamente prescritto:

- provvedere a quanto necessario affinché tutte le operazioni di rilievo siano eseguite avvalendosi di un'unica rete di capisaldi in tutte le fasi di realizzazione del progetto (indagini, ingegneria, costruzioni, controlli);
- provvedere a quanto necessario onde evitare manomissioni del reticolo di capisaldi. Nel caso in cui, per esigenze connesse ai lavori od in conseguenza di avvenimenti di qualsiasi natura (anche non dipendenti dall'Appaltatore), il reticolo (o singoli capisaldi) risultassero manomessi, sarà onere dell'Appaltatore provvedere ai necessari ripristini;
- provvedere alla installazione delle modine necessarie a definire con la massima precisione il profilo delle scarpate di scavi e rilevati;
- mettere a disposizione della Stazione appaltante 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;
- prima di iniziare i lavori di sterro e riporto 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 dovranno essere correlati con la rete geodetica nazionale IGM e con quella utilizzata per la redazione della cartografia; tali capisaldi dovranno altresì coincidere (a meno delle necessarie integrazioni) con quelli utilizzati all'atto della campagna geognostico-geotecnica;
- elaborare, gestire specifiche documentazioni di controllo delle attività topografiche, a cui allegare tutta la certificazione emessa nell'espletazione dei controlli stessi. Tale documentazione dovrà essere archiviata a cura dell'Appaltatore in modo che ne sia garantita la tracciabilità.

3.3.1 Squadra topografica

L'Appaltatore dovrà individuare specifiche squadre topografiche a cui affidare le attività topografiche necessarie per la realizzazione delle opere. Per ogni squadra topografica dovrà nominare un responsabile delle attività topografiche (Topografo Senior) e i suoi collaboratori (Topografi Senior e Junior canneggiatore) secondo le esigenze delle specifiche attività.

L'Appaltatore dovrà utilizzare personale specializzato per l'uso della strumentazione topografica e per lo sviluppo sul terreno dei lavori topografici; tale personale sarà organizzato in squadre, secondo la composizione minima sotto indicata e dovrà possedere i seguenti requisiti, di cui sarà data adeguata certificazione:

- Topografo senior

  - Titolo di studio minimo: Geometra o equivalente;
  - Esperienza lavorativa: 5 anni;
  - Conoscenza e padronanza degli strumenti impiegati;
  - Conoscenza specifica della normativa I.G.M. e della documentazione contrattuale;
  - Conoscenza specifica dei metodi di calcolo;

- 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. e della documentazione contrattuale;
  - Conoscenza dei metodi di calcolo.

L'Appaltatore dovrà documentare i suddetti requisiti mediante un curriculum dettagliato riportante le esperienze specifiche, in riferimento alla strumentazione utilizzata.

Le certificazioni saranno emesse una sola volta per ogni singolo addetto, che le conserverà unitamente al documento di riconoscimento.

Prima di effettuare qualsiasi operazione di rilevazione e/o tracciamento l'Appaltatore dovrà controllare l'idoneità di ogni singolo addetto e la composizione delle squadre, in relazione anche alla strumentazione impiegata.

3.3.2 Strumentazione

Lo stato di rettifica di tutte le apparecchiature impiegate, sia per i rilievi di campagna che per la restituzione, dovrà essere controllato prima dell'inizio effettivo dei lavori. La Stazione appaltante si riserva la facoltà di richiedere la verifica delle apparecchiature anche in corso d'opera.

I rilievi angolari dovranno essere eseguiti con teodolite di precisione tale da consentire una lettura diretta di almeno due secondi centesimali; quelli lineari con distanziometro elettronico o tellurometro aventi una precisione, indipendentemente dalla distanza misurata, non inferiore a $\pm$ 5 mm+10 x 10^{-6} x D - E.q.m. (errore quadratico medio). L'uso di apparecchi aventi precisione diversa da quella prescritta dovrà essere preventivamente autorizzato dalla Stazione appaltante. In alternativa l'Appaltatore potrà usare le "total station" o strumentazioni GPS ultima generazione che forniscano risultati comparabili alla strumentazione precedente.

Per tutti i calcoli topografici i valori delle funzioni trigonometriche avranno un adeguato numero di cifre decimali in modo che, in qualsiasi maniera si sviluppino i calcoli, i risultati parziali e finali garantiscano sempre uguale la terza cifra decimale per le misure lineari (espresse in metri) e la quarta cifra decimale per le misure angolari (espresse in gradi centesimali).

Per le relative livellazioni geometriche di precisione saranno utilizzati livelli di precisione muniti di lamina pian parallela o ottica elettronica con registrazione dei dati.

A parità di prestazioni, sono da preferire gli strumenti dotati di indice (o di compensatore) verticale automatico e di sistema di lettura diametrale al cerchio orizzontale. Qualora si intendano eseguire i calcoli tramite procedure informatizzate, sono da preferire i sistemi automatici di registrazione dei dati, quale sistema integrativo degli usuali quaderni di campagna ove riportare le letture effettuate.

La strumentazione dovrà essere verificata prima dell'inizio delle operazioni di tracciamento. La Stazione appaltante potrà chiedere in ogni momento la presentazione dei certificati di taratura della strumentazione.

L'Appaltatore avrà inoltre cura di predisporre un adeguato numero di libretti di misura, che dovranno essere autenticati e vidimati da FERROVIE, numerando progressivamente le pagine e i libretti stessi.

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

In alternativa, per i lavori non contabilizzati a misura, potranno essere redatti verbali giornalieri di campagna, eventualmente integrati dalle stampe emesse dagli strumenti elettronici, in cui saranno annotate almeno le seguenti informazioni:

- nome e qualifica degli operatori impiegati
- data;
- ora di inizio e fine delle operazioni;
- tipo e numero di matricola degli strumenti impiegati;
- altezza dello strumento;
- condizioni meteorologiche e temperatura.

Dopo ogni messa in stazione l'Appaltatore controllerà inoltre:

- che il punto di stazione sia stato materializzato sul terreno in conformità a quanto prescritto al successivo paragrafo 3.3.3;
- che lo strumento sia stato posizionato correttamente;
- che le rilevazioni e le letture avvengano secondo le metodologie e le tolleranze indicate nel presente documento, per il tipo di rilevazione effettuata.

3.3.3 Vertici

3.3.3.1 *Capisaldi*

I nuovi vertici della rete di inquadramento, i vertici della rete di raffittimento, delle poligonali e i capisaldi delle livellazioni saranno materializzati secondo una delle seguenti modalità.

3.3.3.1.1 Pilastrini di tipo A

Pilastrini di calcestruzzo eseguiti in opera di sezione di 40 x 40 cm fondati direttamente nel terreno a profondità non inferiore a 80 cm, completi di centrini metallici a testa sferica murati e con numerazione realizzata con una serie di chiodi infissi nel calcestruzzo.

3.3.3.1.2 Pilastrini di tipo B

Pilastrini di calcestruzzo eseguiti in opera di sezione di 30 x 30 cm fondati direttamente nel terreno a profondità non inferiore a 40 cm completi di centrini metallici a testa sferica murati e con numerazione realizzata con una serie di chiodi infissi nel calcestruzzo.

I pilastrini, sia di tipo A sia di tipo B, devono essere realizzati in conglomerato cementizio della classe di resistenza caratteristica 30 o 35 con la faccia superiore convessa e lisciata previa spolveratura di cemento assoluto. Di norma i centrini metallici devono essere posti in opera al momento del getto di calcestruzzo. I centrini metallici devono essere realizzati in metallo (o lega metallica) resistente alla corrosione e porteranno incisi l'anno di apposizione e il numero progressivo del vertice o caposaldo. È obbligatorio l'uso dei pilastrini in calcestruzzo quando i vertici da materializzare ricadono in terreno libero e in tutti quei casi in cui manchino manufatti ben stabili.

3.3.3.1.3 Centrini metallici

Centrini metallici a testa sferica murati su manufatti esistenti o su roccia con numerazione incisa sulla parte metallica. I centrini metallici devono essere stabilmente murati su manufatti esistenti con malta di cemento composta da kg 600 di cemento tipo 425 per metro cubo di sabbia lavata e vagliata, scevra da materie micacee con superiore spolveratura di cemento assoluto e lisciatura. I centrini metallici devono essere in metallo (o lega metallica) anticorrosivo e porteranno incisi l'anno di apposizione e il numero progressivo del vertice o caposaldo. Non è consentito l'uso dei centrini metallici in tutti quei casi in cui manchino manufatti ben stabili.

3.3.3.1.4 Chiodi

Chiodi sparati su manufatti esistenti in calcestruzzo. I chiodi sparati, di norma, devono essere utilizzati per materializzare punti che non hanno carattere di stabilità e necessità di lunga conservazione. Il ricorso ai chiodi sparati è consentito per la materializzazione di punti soltanto su manufatti in conglomerato cementizio, semplice o armato, che non presentino fenomeni di degrado, previa autorizzazione della Stazione appaltante. I chiodi devono essere di acciaio con sezione minima di 5 mm e lunghezza 50 mm a testa piatta o filettata. La numerazione, in questo caso, andrà eseguita su rondella di adeguato diametro che sarà bloccata simultaneamente insieme al chiodo. La rondella dovrà trovarsi tra la testa del chiodo e il manufatto.

Tutti i punti, comunque materializzati, devono essere evidenziati e segnalati con frecce e cerchiature mediante vernice di colore intenso.

3.3.3.2 *Punti di stazione*

Nell'esecuzione di sezioni trasversali dell'infrastruttura, di rilievi planoaltimetrici del terreno o di rilievi di opere d'arte o manufatti, l'Appaltatore dovrà scegliere i punti su cui stazionare con la strumentazione topografica di rilievo in modo tale da:

- poterne definire le coordinate plano-altimetriche;
- evitare "zone d'ombra" per il terreno o il manufatto da rilevare;
- garantire stabilità nel tempo alle apparecchiature topografiche di misura;
- garantire che siano reciprocamente visibili, se più di uno, e a distanza al massimo pari a 300 m.

Qualora i punti di stazione non coincidano con punti di coordinate note, l'Appaltatore dovrà materializzare la loro posizione:

- sul terreno tramite un tondino di ferro infisso in modo che ne sporgano circa 5 cm e verniciato in colore intenso in modo da facilitarne il riconoscimento;
- sul terreno tramite un picchetto di legno con infisso un chiodo verniciato in colore intenso in modo da facilitarne il riconoscimento;
- in corrispondenza di manufatti esistenti, o su roccia, tramite centrini metallici murati, ovvero tramite chiodi sparati se trattasi di manufatti in calcestruzzo.

Per ogni punto di stazione l'Appaltatore dovrà:

- redigere una apposita monografia che riporti anche le informazioni idonee a rintracciarne la posizione e uno schizzo planimetrico con le distanze da almeno tre punti particolari ben riconoscibili sul terreno;
- determinare le coordinate plano-altimetriche, collegandolo a punti di coordinate note tramite una delle seguenti procedure:
    - per le coordinate planimetriche tramite procedura di intersezione multipla in avanti a partire da tre punti di coordinate note, ovvero tramite il metodo del vertice di piramide collimando a quattro punti di coordinate note o, infine, realizzando una poligonale a lati corti tra punti di coordinate note in cui i punti di stazione coincidano con tutti o parte dei vertici della poligonale; i dati ricavati per le coordinate planimetriche dei punti di stazione vanno sottoposti a procedura analitica di compensazione, tenendo conto, se opportuno, della teoria degli errori;
    - per la quota, tramite livellazione trigonometrica da un estremo utilizzando gli stessi punti precedenti ovvero tre capisaldi di precisione (delle reti determinate dalla Stazione appaltante o della rete IGM), in entrambi i casi purché la distanza non superi i 500 m, altrimenti si dovrà inserire il punto di stazione in una livellazione di precisione dal mezzo che abbia inizio e termine su di un caposaldo (tra due capisaldi oppure chiusa su di uno solo).

3.3.4 Controlli

Oltre ai controlli specificatamente previsti nelle prescrizioni alle singole fasi di lavoro, la Stazione appaltante si riserva la facoltà di eseguire, a loro insindacabile giudizio, i controlli che riterranno più opportuni sia nel corso dei lavori che ad ultimazione dei medesimi scegliendo le zone da controllare sia per l'ubicazione che per l'estensione. L'Appaltatore si impegna ed accetta che un incaricato possa accedere in qualsiasi momento nei locali dove si eseguono i lavori di elaborazioni dati, di restituzione e disegno cartografico o nelle zone dove sono in corso le operazioni topografiche all'aperto, per eseguire i controlli che saranno ritenuti opportuni dalla Stazione appaltante, mettendo a sua disposizione tutti i documenti, anche relativi alle operazioni in corso, che si riterrà utile consultare. Per l'esecuzione dei controlli stessi l'Appaltatore dovrà fornire la manodopera ausiliaria (canneggiatori) necessaria, nonché un'autovettura con autista attrezzata per il trasporto degli strumenti e del personale addetto ai controlli. Nel caso di mancata osservanza delle prescrizioni esecutive da parte dell'Appaltatore, con particolare riguardo a misurazioni eseguite fuori tolleranza, ad omissione di

particolari cartografici rilevanti, il relativo lavoro non sarà ritenuto accettabile e quindi dovrà essere ripetuto o corretto a tutta cura e spese dell'Appaltatore medesimo, senza che ciò possa costituire motivo di prolungamento del termine utile contrattuale; quanto sopra oltre all'applicazione delle eventuali penalità che siano stabilite nel contratto.

3.4 Reti

3.4.1 Rete di inquadramento

3.4.1.1 *Scelta e controllo dei vertici*

Per l'inquadramento geodetico della cartografia o per gli allacci della poligonale, l'Appaltatore dovrà redigere un grafico in scala 1:25.000 della rete planoaltimetrica dei punti I.G.M. 95 esistenti ed utilizzabili, dopo avere provveduto a reperire i relativi elementi geodetici. A tal fine l'Appaltatore richiederà all'Istituto Geografico Militare la verifica dei punti trigonometrici che ritiene di dover utilizzare per il suddetto inquadramento, con l'eventuale ricalcolo degli elementi planoaltimetrici dei punti medesimi. Potranno essere utilizzati soltanto i vertici trigonometrici I.G.M. del I, II e III ordine. Nel caso che nella zona interessata dai rilievi non esistano vertici di I, II e III ordine, previa comunicazione scritta dell'Appaltatore, potrà essere eccezionalmente consentita dalla Stazione appaltante, per l'inquadramento delle cartografie, l'utilizzazione di punti trigonometrici I.G.M. di IV ordine, purché determinati posteriormente all'anno 1942, oppure vertici della rete catastale o della rete costiera dell'Istituto Idrografico della Marina, purché rispondano ai requisiti, prescritti più avanti, per i vertici trigonometrici. La Stazione appaltante potrà partecipare al controllo della rete di inquadramento, da effettuarsi, con misure dirette sul terreno, su almeno il 20% dei vertici presi in esame. La rete sarà ritenuta idonea quando la distanza D' tra i vertici contigui, ricavata dalle coordinate originarie, e la distanza D fra gli stessi vertici, ottenuta dalle misure di controllo, tenuto conto del modulo di deformazione della proiezione Gauss-Boaga, soddisfi la relazione:| D' - D |minore o uguale a D/10.000. Le distanze D e D' verranno indicate in metri ed i punti che non soddisfino la suddetta relazione saranno scartati. Le operazioni topografiche per il controllo dei punti della rete d'inquadramento devono essere eseguite con le stesse modalità di quelle previste per la determinazione di nuovi punti.

3.4.1.2 *Determinazione di nuovi punti*

Per la determinazione di eventuali nuovi punti, in sostituzione di quelli I.G.M. scartati, occorrenti per la materializzazione della rete di inquadramento, saranno osservate le seguenti prescrizioni. I nuovi punti, posti ad una distanza variabile secondo le necessità, dovranno consentire una buona visibilità sulla zona circostante ed essere ubicati su manufatti stabili nel tempo e sui quali sia possibile fare stazione, in modo da rendere possibili le osservazioni dal centro. Detti punti dovranno, inoltre, essere posti possibilmente al centro delle maglie formate dai vertici I.G.M. e verranno preferibilmente determinati mediante stelle di triangoli ben conformati e chiusi, dai quali si misureranno tutti e tre gli angoli e tutte le distanze. La stella dei triangoli si considererà ben conformata quando ciascun triangolo non abbia angoli minori di 30 gradi centesimali. Qualora non risulti possibile la determinazione a stella, il punto potrà essere determinato con un complesso di triangoli chiusi che abbiano come vertice comune detto punto e come basi le congiungenti dei punti I.G.M. ubicati da una parte di esso. In tale caso il numero dei triangoli non dovrà essere inferiore a 5 o, in caso di assoluta deficiente visibilità, non inferiore a 4. Anche in questi casi andranno misurati tutti gli angoli e tutte le distanze possibili, in

modo da avere sempre misure sovrabbondanti utili per i calcoli di compensazione e per i controlli che si riterrà opportuno effettuare.

Gli angoli azimutali andranno determinati con il metodo delle osservazioni a strati eseguendo, da ciascuna stazione, almeno 6 strati di letture. Se dalla medesima stazione si eseguissero successivamente osservazioni a strati riferentesi a diversi gruppi di punti, tali strati dovranno avere in comune almeno due punti per risultare collegati. I vari strati saranno ridotti alla medesima origine e se ne medieranno i risultati, sempre che le differenze tra i loro valori non superino i 15 secondi centesimali. Qualora le differenze eccedano i limiti anzidetti le osservazioni andranno ripetute.

I calcoli di compensazione della rete così formata saranno condotti con metodi matematici rigorosi e tenendo conto della teoria degli errori.

La quota altimetrica del punto di nuova determinazione verrà ricavata con una livellazione trigonometrica; le osservazioni andranno riferite a tutti i punti trigonometrici I.G.M. visibili dal punto di stazione e saranno eseguite con il metodo delle osservazioni coniugate, che verranno ripetute in ore differenti. Tali osservazioni zenitali, non inferiori a 4 strati per ogni quota da determinare, per essere mediabili non dovranno presentare scarti superiori a 15 secondi centesimali. Si eviterà, per quanto possibile, di osservare zenitalmente le visuali sfioranti il terreno o le cime degli alberi di zone boscose. Le quote finali calcolate dai vari trigonometrici saranno mediate se i risultati ottenuti dai diversi calcoli avranno tra loro uno scarto inferiore a +/- 10 cm.

3.4.2 Rete di raffittimento

Dalla rete di inquadramento fondamentale (solo per le scale 1:10.000 e 1:5.000) si deriverà una rete di punti di raffittimento sia planimetrico che altimetrico. Detti vertici di raffittimento dovranno essere in numero sufficiente da permettere, insieme ai vertici di I-II-III ordine I.G.M. ed a quelli del IV ordine eventualmente utilizzati, di individuare un punto ogni: a) 2,5 chilometri quadrati di superficie, per la scala 1:5.000; b) 5 chilometri quadrati di superficie, per la scala 1:10.000. Pertanto l'Appaltatore redigerà un progetto di rete di raffittimento che sottoporrà alla preventiva approvazione della Stazione appaltante unitamente agli schemi operativi.

I vertici della rete di raffittimento verranno determinati mediante intersezione multipla in avanti, collimandoli da almeno quattro punti di ordine superiore, in modo da ottenere tre triangoli aventi, a due a due, un lato in comune. Almeno due dei triangoli predetti non dovranno essere sovrapposti, bensì giacere da bande opposte rispetto al lato comune. Non sarà considerato come terzo triangolo quello le cui visuali al punto siano state ambedue adoperate nei due triangoli precedenti. Un tale triangolo potrà servire solo come controllo per il calcolo. Eccezionalmente, la collimazione di alcuni punti della rete di raffittimento potrà essere effettuata soltanto da tre punti di ordine superiore, riducendosi cosi a due i relativi triangoli, purché non sovrapposti; in tale caso dovrà calcolarsi il terzo triangolo di controllo, se sufficientemente ben conformato. I lati dei triangoli non dovranno eccedere i quattro - cinque chilometri e l'angolo sul punto non dovrà essere inferiore a 40 né superiore a 140 gradi centesimali. Quando non è possibile procedere all'intersezione multipla in avanti, alcuni punti potranno essere determinati nei seguenti modi:

- con triangolo chiuso appoggiato a due punti di ordine superiore; dal punto da determinarsi dovranno collimarsi però uno o più punti, anche di raffittimento, tali da poter dar luogo ad almeno un secondo triangolo di controllo;
- con metodo del vertice di piramide con elemento di controllo.

Le osservazioni azimutali verranno eseguite con metodo a strati effettuando quattro strati di osservazioni. Le osservazioni azimutali di ciascuno strato saranno ridotte ad una stessa origine, unica per ciascuna stazione; le direzioni medie, rispetto all'origine e relative ad uno stesso punto, saranno mediate ove non presentino, tra i vari strati, differenze superiori a 15 secondi centesimali. Qualora le differenze eccedano i limiti anzidetti le osservazioni andranno ripetute.

L'errore di chiusura angolare di ciascun triangolo della rete di raffittimento non dovrà eccedere i 10 secondi centesimali. La compensazione angolare di un triangolo in tolleranza sarà effettuata, ritenendo uguali i pesi dei tre angoli, assegnando a ciascuno di essi una correzione pari ad un terzo dell'errore di chiusura, cambiato di segno.

Qualora venisse usata, per il rilievo dei vertici della rete di raffittimento, la trilaterazione, la compensazione sarà eseguita con metodi matematici rigorosi tenuto conto della teoria degli errori.

Il rilievo altimetrico della rete di raffittimento sarà effettuato con la livellazione trigonometrica, secondo le prescrizioni del precedente paragrafo e le letture zenitali saranno eseguite con il metodo delle osservazioni coniugate. Da ciascuna stazione si collimerà ad almeno 3 capisaldi della livellazione di precisione I.G.M. esistente nella zona (o di quella eseguita dall'Appaltatore), purché la distanza non superi 0,5 km, effettuando almeno due strati di lettura. Qualora per particolari motivi dette distanze siano superiori al limite fissato, l'Appaltatore è tenuto a rispettare, per il rilievo altimetrico della rete di raffittimento, le stesse norme stabilite per la rete di inquadramento, con l'avvertenza che dovranno essere rispettate le tolleranze di seguito specificate. La tolleranza planimetrica sui vertici della rete di raffittimento è fissata in +/- 5 cm; quella altimetrica in 1/4 della tolleranza stabilita per i punti quotati isolati della carta.

3.4.3 Rete GPS di inquadramento e raffittimento

3.4.3.1 *Scelta dei vertici*

La scelta della posizione dei vertici dovrà, per quanto possibile, tenere conto delle successive operazioni di tracciamento. La geometria e l'affidabilità della rete dovranno essere verificate a priori con operazioni di simulazione.

La rete dovrà essere sviluppata a poligoni. I punti dovranno essere materializzati secondo le prescrizioni di cui al paragrafo "Capisaldi". Nel definirne l'ubicazione dovrà essere verificata l'assenza di campi elettromagnetici o superfici riflettenti che potrebbero causare disturbi nella ricezione del segnale e fenomeni di "percorsi multipli". Nel punto di stazione dovrà essere garantita l'assenza d'ostacoli alla ricezione del segnale a partire da un'elevazione minima di 15° (angolo di cut-off). Ostacoli (edifici, alberi, alture ecc.) potranno comunque essere presenti anche al di sopra di questa elevazione, purché d'entità limitata nel giro d'orizzonte. Di questi ostacoli si dovrà dare indicazione in un diagramma polare, allegato alla monografia del vertice, dal quale risultino le elevazioni e gli azimut.

Le misure GPS saranno eseguite con ricevitori abilitati alla ricezione di entrambe le frequenze attraverso procedimenti quali ad esempio la cross-correlazione o quadratura del segnale e di entrambi i codici, secondo gli schemi previsti. L'acquisizione avverrà contemporaneamente con almeno due ricevitori, posizionati sui punti alle estremità delle basi da misurare.

La costellazione minimale sarà costituita da quattro satelliti con diagrammi di PDOP che potranno presentare valori elevati (>5) solo in finestre temporali limitate durante la sessione di misura. È comunque auspicabile l'utilizzo di costellazioni più numerose e con bassi valori di PDOP. La scelta delle costellazioni da utilizzare dovrà essere comunque ottimizzata anche in relazione agli ostacoli alla ricezione presenti nel sito.

Il segnale potrà essere acquisito solo quando il satellite avrà raggiunto un'elevazione minima di 15° sull'orizzonte della stazione.

Gli strumenti dovranno essere programmati per un intervallo d'acquisizione pari a 15 secondi, mentre la durata delle sessioni di misura sarà strettamente correlata alla lunghezza della base da determinare.

Si riportano nella tabella seguente i tempi minimi di acquisizione.

Lunghezza (km)	Tempo acquisizione (minuti)
da 0 a 5	15
da 5 a 10	30
maggiore di 10	60

Le basi saranno elaborate da un appropriato software, universalmente conosciuto, che dovrà evidenziare il valore di quei parametri che la casa costruttrice dei ricevitori pone come vincolo per l'accettabilità della misura e questi dovranno essere evidenziati in maniera esaustiva nella relazione allegata.

La rete dovrà essere realizzata per determinare le coordinate nel sistema WGS84 e dovrà comprendere un sufficiente numero di vertici (minimo 3) noti nel sistema Gauss-Boaga, IGM 95 e altrettanti capisaldi di livellazione IGM. Questi punti dovranno essere disposti in modo tale da racchiudere l'intera area oggetto del rilievo. La realizzazione della rete dovrà avvenire con misure sovrabbondanti per garantire controlli statisticamente validi. La rete dovrà essere strutturata in maniera tale da formare dei poligoni chiusi e con una ridondanza maggiore di 2 uniformemente distribuita (numero delle basi diviso il numero dei punti meno 1).

La compensazione della rete dovrà essere eseguita in maniera intrinseca, con il metodo dei minimi quadrati, tenendo fisso un solo punto baricentrico alla zona di lavoro. Lo s.q.m. di ciascuna delle due coordinate planimetriche dovrà essere inferiore a 2 cm, quello altimetrico inferiore a 4 cm.

La compensazione della rete potrà avvenire secondo tre modalità:

- trattamento delle misure GPS in modalità singola base e successiva compensazione della rete;
- trattamento di ogni sessione GPS con metodo multi-base e successiva compensazione globale delle singole sessioni di misura;

- compensazione globale della rete in modalità multi-base.

L'inserimento nel sistema nazionale della rete compensata sarà consentito tramite rototraslazione spaziale conforme a 7 parametri. Tali parametri saranno calcolati utilizzando come minimo 3 vertici planimetrici IGM 95 e almeno 3 quote ortometriche di capisaldi di livellazione IGM, IIM. Tali parametri saranno accettati se i residui della rototraslazione saranno inferiori a 20 cm.

In tutti i casi, durante la compensazione si dovranno effettuare analisi statistiche per l'individuazione e la rimozione di errori nelle misure.

3.4.3.2 *Coordinate rettilinee*

Per la rappresentazione in coordinate "rettilinee" dovrà essere scelto un metodo di calcolo che garantisca nel passaggio da rappresentazione ellissoidica a rappresentazione piana o "rettilinea" di una deformazione paragonabile agli "errori strumentali di misura". Dovrà essere eseguita una trasformazione da coordinate geografiche WGS 84 ottenute dalla compensazione della rete intrinseca in coordinate piane utilizzando come meridiano origine quello baricentrico alla zona di lavoro e fissando il coefficiente di contrazione uguale ad 1. Successivamente dovranno essere calcolate le coordinate così trasformate sul piano medio di riferimento.

Le quote dei vertici della rete saranno riferite alla rete GPS IGM 95 e ai capisaldi di livellazione IGM.

3.4.4 Monografie

Per ciascun vertice dovrà essere redatta una monografia, contenente i seguenti elementi:

- codice del vertice;
- coordinateUTM32-WGS84, UTM32-ED50e Gauss Boaga e per i vertici GPS anche le coordinate geografiche WGS84 e dovrà essere indicata la precisione ottenuta;
- schizzo planimetrico con almeno tre distanze da punti caratteristici stabiliti facilmente individuabili sul terreno;
- schizzo prospettico e fotografia;
- quota del vertice ellissoidica e ortometrica, con indicazione della metodologia con cui è stata determinata e della precisione ottenuta;
- breve descrizione dell'ubicazione con l'esplicita indicazione del Comune, frazione, località e via dove ricade il vertice;
- data di materializzazione.

3.4.5 Documentazione topografica

L'Appaltatore, se non diversamente prescritto, durante e al termine delle attività dovrà elaborare i sotto elencati documenti da consegnare congiuntamente al dossier dell'opera:

- monografie di tutti i vertici I.G.M. utilizzati nella rete, in originale o copia fotostatica;
- monografie dei vertici della rete di inquadramento determinati ex novo, come prescritto dal precedente paragrafo "MONOGRAFIE";

- quaderni o verbali di campagna in originale, per gli strumenti elettronici file con la registrazione delle misure effettuate;
- per le reti GPS, file contenenti i calcoli delle linee di singola base, file della compensazione della rete, file delle trasformazioni delle coordinate WGS84 e file dei calcoli delle coordinate piane;
- schemi delle operazioni topografiche eseguite per la determinazione dei nuovi vertici con i dati di rilievo;
- calcoli effettuati e s.q.m.;
- relazione illustrante i procedimenti adottati per i rilievi e per la compensazione, gli eventuali problemi avuti per la ricezione dei segnali (per le reti GPS), mettendo in particolare risalto il grado di precisione ottenuto;
- grafico in scala 1:25.000 dal quale risultino le operazioni eseguite, i vertici I.G.M. usati, quelli controllati ed i nuovi vertici determinati;
- elaborati relativi al controllo di omogeneità.

3.5 Poligonali

3.5.1 Poligonali di precisione planoaltimetriche a lati lunghi

Per la poligonale planoaltimetrica a lati lunghi si prescrive che i lati abbiano possibilmente lunghezza costante e che i vertici costituenti i loro punti d'incontro siano ubicati su manufatti stabili nel tempo e tali da consentire la più ampia visuale possibile. La materializzazione di detti vertici verrà eseguita secondo le prescrizioni del precedente paragrafo “VERTICI”.

Il rilievo angolare sarà effettuato con il metodo delle osservazioni a strati, eseguendo da ogni stazione almeno tre o quattro strati di letture azimutali. I vari strati forniranno i valori degli angoli che, per essere mediabili, non dovranno presentare uno scarto superiore a 20 secondi centesimali. Le osservazioni che superino tale valore andranno ripetute.

L'angolo per l'orientamento del primo lato della poligonale sarà rilevato con il metodo delle direzioni isolate effettuando quattro letture la mattina e quattro il pomeriggio per eliminare l'errore di fase. L'orientamento anzidetto verrà determinato collimando ove possibile almeno quattro punti trigonometrici della rete di inquadramento.

Le tolleranze planimetriche di chiusura sui punti trigonometrici I.G.M. della rete di inquadramento vengono stabilite come segue:

- per la poligonale con lati lunghi mediamente da 0,3 km a 1 km, misurati in proiezione orizzontale lungo la congiungente i vertici:
  - $\Delta\alpha$ (errore di chiusura angolare espresso in gradi centesimali) = ± 0,0030 $\sqrt{n}$, dove n è il numero dei vertici;
  - ΔL (errore di chiusura lineare espresso in metri) = ± [0,002 $\sqrt{\sum l}$ + 0,0001$\sum l$ + 0,005] dove $\sum l$ è la sommatoria della lunghezza dei lati in m;

- per le poligonali con lati mediamente da oltre 1 km a 7 km, misurati in proiezione orizzontale lungo la congiungente i vertici:

  - Δ α(errore di chiusura angolare espresso in gradi centesimali) = ± 0,0020 √n dove n è il numero dei vertici;
  - rl (rapporto di accuratezza lineare) = differenze espresse in metri fra le coordinate NORD ed EST calcolate con la poligonale e le rispettive coordinate del punto trigonometrico desunte dalla monografia e il parametro A è riportato nella seguente tabella;
  - Δ L (errore di chiusura lineare espresso in metri) = ± [0,002 √∑l + 0,0001∑l + 0,005] dove ∑l è la sommatoria della lunghezza dei lati in m.

A	lunghezza media dei lati (misurati in proiezione orizzontale lungo la congiungente dei vertici)
10.000	da oltre 1 km a 3 km
30.000	da oltre 3 km a 5 km
60.000	da oltre 5 km a 7 km

La posizione altimetrica dei vertici della poligonale dovrà essere ottenuta mediante livellazione trigonometrica nei seguenti modi:

- nel caso in cui nella zona interessata dai rilievi non esista una rete di livellazione I.G.M. o una livellazione eseguita in precedenza dall'Appaltatore, dovrà determinarsi il dislivello tra le successive coppie di punti con osservazioni zenitali, eseguite con il metodo delle osservazioni coniugate, effettuando la collimazione reciproca e mediando successivamente i valori calcolati in andata e ritorno. Detta poligonale, all'origine, alla fine e, ove possibile, almeno ogni 10 Km, dovrà essere appoggiata e chiusa su capisaldi I.G.M. al fine di accertare che le misurazioni eseguite rientrino nel limite di tolleranza altimetrica stabilita dalla formula Δ (espresso in mm) = +/- 40 D, dove D è la distanza in chilometri. Gli eventuali errori altimetrici, se contenuti entro i limiti di tolleranza suddetti, saranno ripartiti con calcoli matematici rigorosi tenendo conto della teoria degli errori;
- nel caso in cui nella zona interessata dai rilievi esistano le livellazioni citati al punto a) e sia possibile la collimazione diretta al caposaldo, il rilievo altimetrico di ciascun vertice, appoggiato ai capisaldi della rete di livellazione purché posti ad una distanza non superiore ad 1 Km, sarà eseguito con il metodo delle osservazioni zenitali coniugate~~, effettuando~~ la collimazione reciproca e mediando i risultati.

Per entrambi i casi da ogni stazione verranno eseguiti almeno tre strati di letture per ogni punto collimato e gli angoli zenitali ottenuti, per essere mediabili, non dovranno presentare uno scarto superiore a 20 secondi centesimali.

Di norma i vertici della poligonale devono essere materializzati a livello di piano di campagna, stradale o sede metropolitana.

Dovrà essere redatto un grafico della rete planoaltrimetrica dei punti trigonometrici I.G.M., di cui saranno reperiti gli elementi geodetici, sarà effettuato quindi il controllo della rete con misure dirette, e la determinazione della distanza orizzontale tra il primo vertice della poligonale e il più vicino trigonometrico I.G.M. cui verrà collegata, nonché tra l'ultimo vertice e il più vicino trigonometrico I.G.M. su cui verrà chiusa

3.5.2 Poligonale planimetrica a lati corti

Per la poligonale planimetrica a lati corti, di norma da prevedere per le scale 1:1.000 e 1:2.000, si prescrive, che la materializzazione dei vertici intervallati con i capisaldi della livellazione (che potranno anche far parte della poligonale) sarà eseguita secondo le prescrizioni del precedente paragrafo "VERTICI".

La distanza tra i vertici di detta poligonale sarà variabile in relazione alla necessità di stabilire la visuale di ogni singolo vertice da quelli contigui. Nei tratti in rettifilo, due vertici successivi saranno fissati alla stessa distanza dal bordo interno del fungo della rotaia più vicina, in modo che la loro congiungente risulti parallela al binario e saranno posti tra loro alla massima distanza, purché inferiore ad 1 km, consentita dal rettifilo stesso.

Nei tratti di poligonale eseguiti su terreno libero i vertici dovranno essere ubicati possibilmente lungo i margini di strade o fossi, su manufatti, ecc., in modo che non possano essere facilmente rimossi; comunque la distanza tra due vertici successivi dovrà essere sempre inferiore a 1 km.

Il rilievo angolare della poligonale dovrà essere eseguito con il metodo delle osservazioni a strati, con le stesse prescrizioni stabilite per la poligonale planoaltimetrica a lati lunghi al precedente paragrafo.

Il rilievo lineare sarà eseguito avanti e indietro e i risultati, se compatibili, saranno mediati.

Per la riduzione all'orizzonte di dette misure dovranno essere rilevati gli angoli zenitali, effettuando almeno due strati di letture angolari. Data l'esigenza di avere misure reali, relative alla fascia di terreno interessata, la poligonale rimarrà aperta e perciò il calcolo di essa non sarà influenzato da correzioni per eventuali errori di chiusura su punti trigonometrici dell'Istituto Geografico Militare. Comunque all'inizio e alla fine della poligonale dovranno essere eseguite le chiusure su punti trigonometrici I.G.M., ma al solo scopo di accertare che le approssimazioni delle misurazioni eseguite rientrino nei limiti di tolleranza stabilite dalle formule:

- $\Delta\alpha$ (errore di chiusura angolare espresso in gradi centesimali) = $\pm$ 0,0030 $\sqrt{n}$, dove n è il numero dei vertici;
- ΔL (errore di chiusura lineare espresso in metri) = $\pm$ [0,002 $\sqrt{\sum l}$ + 0,0001$\sum l$ + 0,005] dove $\sum l$ è la sommatoria della lunghezza dei lati in m.

La posizione altimetrica dei vertici della poligonale di precisione, quanto non è previsto che sia determinata con livellazione geometrica, dovrà essere ottenuta come previsto al precedente paragrafo "POLIGONALIPLANOALTIMETRICHEDI PRECISIONE A LATI LUNGHI".

Dovrà essere redatto un grafico della rete planoaltrimetrica dei punti trigonometrici I.G.M., di cui saranno reperiti gli elementi geodetici, sarà effettuato quindi il controllo della rete con misure dirette, e la determinazione della distanza orizzontale tra il primo vertice della poligonale e il più vicino trigonometrico I.G.M. cui verrà collegata, nonché tra l'ultimo vertice e il più vicino trigonometrico I.G.M. su cui verrà chiusa

3.5.3 Poligonali di precisione

3.5.3.1 *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.

La materializzazione di detti vertici verrà eseguita secondo le prescrizioni del precedente paragrafo “VERTICI”.

3.5.3.2 *Azimut di direzione e orientamento iniziale*

Ove possibile, per il vertice iniziale e quello finale della poligonale verrà calcolato l'azimut di direzione ad almeno tre, e comunque a non meno di due vertici della rete di raffittimento. 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.

3.5.3.3 *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 Aa = 0.0012 x n dove n è il numero dei vertici;
- tolleranza lineare AL = 0.009 x l (km) + 0.003 n + 0.002 x ∑l (km) dove ∑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.

3.5.3.4 *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 Rilievi

3.6.1 Rilievi celerimetrici di dettaglio

L'Appaltatore per la rappresentazione del terreno in prossimità dell'innesto delle opere d'arte principali di progetto oppure per il rilievo di opere d'arte esistenti e di aree a specifica sistemazione da modificare o da inserire in cartografia, dovrà eseguire un rilievo con il metodo celerimetrico, idoneo ad una restituzione in scala 1:500 o 1:200, a seconda dei casi, e dovrà porre particolare attenzione al rilievo di eventuali manufatti già esistenti, di aree ferroviarie e degli elementi di linea in esse ricadenti, di infrastrutture varie, di corsi d'acqua.

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

L'Appaltatore assumerà come vertici di partenza i capisaldi delle reti 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. Nel caso si sia verificato il danneggiamento o la rimozione di un caposaldo, questo verrà scartato e ci si riferirà ad un altro, oppure si controllerà che il caposaldo venga ripristinato con le stesse modalità e cura di un caposaldo di nuova creazione.

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.

3.6.1.2 *Scelta della strumentazione*

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

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

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.

Essi saranno tali 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 vanno rilevati tutti i punti idonei a definire l'andamento degli assi dei binari, la posizione degli scambi e di ogni altro particolare che sarà concordato preventivamente con la Stazione Appaltante.

Il rilievo deve essere effettuato per coordinate polari (distanza, angolo di direzione angolo zenitale, dislivello) a partire da ogni punto di stazione, 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.

3.6.1.4 *Tolleranze ed elaborazione dati*

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

- tolleranza planimetrica tra due punti isolati ben individuabili misurati direttamente sul terreno e gli stessi individuati sulla restituzione grafica:
  - scala 1:500: Tp< ± 10 cm
  - scala 1:200: Tp< ± 5 cm
- tolleranza altimetrica tra due punti analoghi ai precedenti:
  - scala 1:500: Ta< ± 5 cm
  - scala 1:200: Ta< ± 2 cm

3.6.2 Tracciamenti planoaltimetrici

3.6.2.1 *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.

3.6.2.2 *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 o il controllo di apparecchiature e mezzi d'opera, come ad esempio:

- realizzazione di carpenterie;
- posizionamento di casserature;
- posizionamento di apparecchiature a luce laser per il tracciamento.

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.

3.6.2.3 *Modalità di tracciamento*

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.

3.6.2.4 *Tolleranze*

Per i riferimenti topografici indicati nelle planimetrie di tracciamento delle opere d’arte sono stabilite le seguenti tolleranze:

- tolleranza planimetrica tra due punti individuati sulla planimetria di tracciamento e sul terreno in fase di costruzione del manufatto o sull’opera d’arte realizzata: Tp< ± 5 cm;
- tolleranza altimetrica tra due punti analoghi ai precedenti: Ta< ± 2 cm

3.6.2.5 *Documentazione topografica*

L’Appaltatore, se non diversamente prescritto, durante e al termine delle attività dovrà elaborare i sottoelencati documenti da consegnare congiuntamente al dossier dell’opera.

Elaborati topografici da produrre:

- 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).

ART. 4. RILIEVI GEOLOGICI E INDAGINI GEOGNOSTICHE

L'Appaltatore deve procedere ad un'analisi critica dei dati geologici, geotecnici e idrogeologici delle precedenti campagne di indagini e studi, resi disponibili dal Committente, illustrati negli elaborati di progetto definitivo, che, per brevità, vengono di seguito elencati:

- MGE1PFLGGEOCOMR001-00_A;
- MGE1PFLGGEOCOMR002-00_A;
- MGE1PDLGGEOCOMR001-00_A;
- MGE1PDLGGEOCOMR002-00_A;
- MGE1PDLGGEOCOMR003-00_A;
- MGE1PDLGGEOCOMR004-00_A;
- MGE1PDLGGEOCOMT001-00_A;
- MGE1PDLGGEOCOMT002-00_A;
- MGE1PDLGGEOCOMT003-00_A.

L'Appaltatore potrà definire e realizzare l'insieme degli studi ed indagini complementari che riterrà necessari per lo sviluppo della progettazione esecutiva.

L'Appaltatore è responsabile della definizione del piano delle indagini geologiche e geotecniche, sia in sito sia in laboratorio, dell'analisi ed interpretazione dei risultati delle indagini, della caratterizzazione e della modellazione geologica e geotecnica.

Per la definizione del piano delle indagini geologiche e geotecniche in sito e in laboratorio si faccia riferimento nella Circolare CSLLPP n.7 21/01/2019, paragrafi C6.2.1, C6.2.2.

Per l'esecuzione delle prove di laboratorio sulle terre e sulle rocce, l'Appaltatore deve avvalersi di laboratori qualificati, come definito nel 6.2.2. del DM 17/01/2018.

L'Appaltatore sviluppa la specifica tecnica delle indagini in sito e in laboratorio ed ha in carico la preparazione dei documenti necessari per svolgere tale attività.

L'Appaltatore, sulla base dei dati già disponibili e di quelli provenienti da studi ed indagini complementari, provvede alla caratterizzazione e modellazione geologica e alla caratterizzazione e modellazione geotecnica, necessarie per affinare le soluzioni progettuali e le metodologie di intervento.

Il modello geologico e il modello geotecnico dovranno essere illustrati rispettivamente nei seguenti elaborati (elenco indicativo e non esaustivo):

- elaborati di geologia:
  - Relazione geologica, idrogeologica e geomorfologica;
  - Carta geologica;
  - Carta idrogeologica;
  - Carta geomorfologica;
  - Profilo geologico con sezioni trasversali;
  - Profilo idrogeologico;
  - Planimetria con ubicazione delle indagini;
- elaborati di geotecnica:
  - Relazione geotecnica;
  - Profilo geotecnico.

La Relazione geologica e la Relazione geotecnica dovranno presentare i contenuti minimi indicati nel DM 17/01/2018 e nella Circolare CSLLPP n.7 21/01/2019.

L'Appaltatore deve prevedere e definire in fase di Progettazione Esecutiva il piano di controllo e monitoraggio in corso d'opera, che ha lo scopo di verificare il modello geotecnico e la corrispondenza tra le ipotesi progettuali e i comportamenti osservati.

I nuovi rilievi ed indagini che il Progettista incaricato valuterà di eseguire a livello esecutivo dovranno altresì riferirsi a tutti i punti previsti alla Parte 2 – Sezione 3 del Capitolato generale tecnico di appalto RFI (RFI DTC SI GE SP IFS 001B), con particolare riferimento ai punti da 3.5 a 3.9, nonché essere eseguite in ottemperanza a quanto previsto ai punti 3.5, 3.6 e 3.9 della Parte 2 – Sezione 3 del Manuale di progettazione delle opere civili RFI (RFI DTC SI AG MA IFS 0020) ed al documento che definisce le "Procedure e interventi di protezione della sede dai fenomeni di dissesto idrogeologico" (RFI DTC INC LG IFS 002C).

ART. 5. DEMOLIZIONI

5.1 Campi di impiego

Con il termine "demolizioni" si intendono tutte le tecnologie esecutive finalizzate alla demolizione o allo smantellamento parziale e/o totale di manufatti. Si prevede di effettuare delle demolizioni nei seguenti casi:

- demolizioni di massicciate stradali;
- demolizioni di manufatti che interferiscono con le opere da realizzare;
- demolizione parziale di opere in c.a. per realizzare le connessioni tra le varie opere e demolizioni di segmenti di Pali all'interno di manufatti di stazione;
- demolizioni di opere in c.a. per creare passaggi;
- smantellamento di sistemazioni superficiali, di arredi urbani e di segnaletica stradale.

5.2 Specifiche tecniche

5.2.1 Normative e Raccomandazioni di riferimento

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti leggi e raccomandazioni:

- D.M. 17/01/2018: Norme Tecniche por le Costruzioni.

5.2.2 Soggezioni geotecniche ed ambientali

Nell'esecuzione delle demolizioni si deve tenere sempre presente che si opera in ambito urbano, in vicinanza degli edifici ed in prossimità delle loro fondazioni.

Durante le fasi di demolizione, andranno adottati tutti gli accorgimenti necessari ad effettuare le lavorazioni nel pieno rispetto delle normative vigenti in materia di sicurezza e di salute dei lavoratori. Andranno altresì adottate tutte le tecnologie per attenuare i disturbi alle persone e/o alle cose derivanti dalle vibrazioni, dai rumori e dalle polveri, ad evitare danni ad opere e manufatti preesistenti.

Si deve altresì tenere presente che si opera alla presenza di condotti di fognatura e di altri sottoservizi, occorre quindi che l'Appaltatore presti la massima attenzione per garantire la piena funzionalità di detti servizi essendo onere dell'Appaltatore vigilare sulla funzionalità della rete per tutta la durata dei lavori.

5.2.3 Tolleranze geometriche

Le demolizioni di manufatti devono essere realizzate nel pieno rispetto delle geometrie e delle prescrizioni progettuali al fine di non comprometterne l'equilibrio statico e/o la funzionalità. In ogni caso, a meno che non siano compromessi gli aspetti funzionali degli ambienti interessati dalle demolizioni, l'errore massimo ammesso non dovrà superare, localmente, i 10 cm nel piano della demolizione, mentre per lo spessore si accetterà un errore locale massimo di 5 cm.

5.2.4 Descrizione e modalità esecutive

5.2.4.1 *Generalità*

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

In linea generale per le demolizioni saranno impiegati i mezzi ritenuti idonei dalla Direzione Lavori: scalpellatura a mano o meccanica, martello demolitore, morse idrauliche, agenti demolitori non esplosivi ad azione chimica con espansione lenta e senza propagazione dell'onda d'urto, idrodemolizione, taglio ad utensile diamantato (disco, filo) e carotaggi. Tali attrezzature dovranno essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori relativamente a caratteristiche meccaniche, dimensioni e capacità produttiva.

Nell'effettuazione delle demolizioni è fatto divieto dell'uso d'esplosivo.

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

L'Impresa sarà pertanto responsabile di tutti i danni che una cattiva conduzione nelle operazioni di demolizioni potessero arrecare alle persone, alle opere e cose, anche di terzi.
I materiali di risulta verranno trasportati interamente a rifiuto.

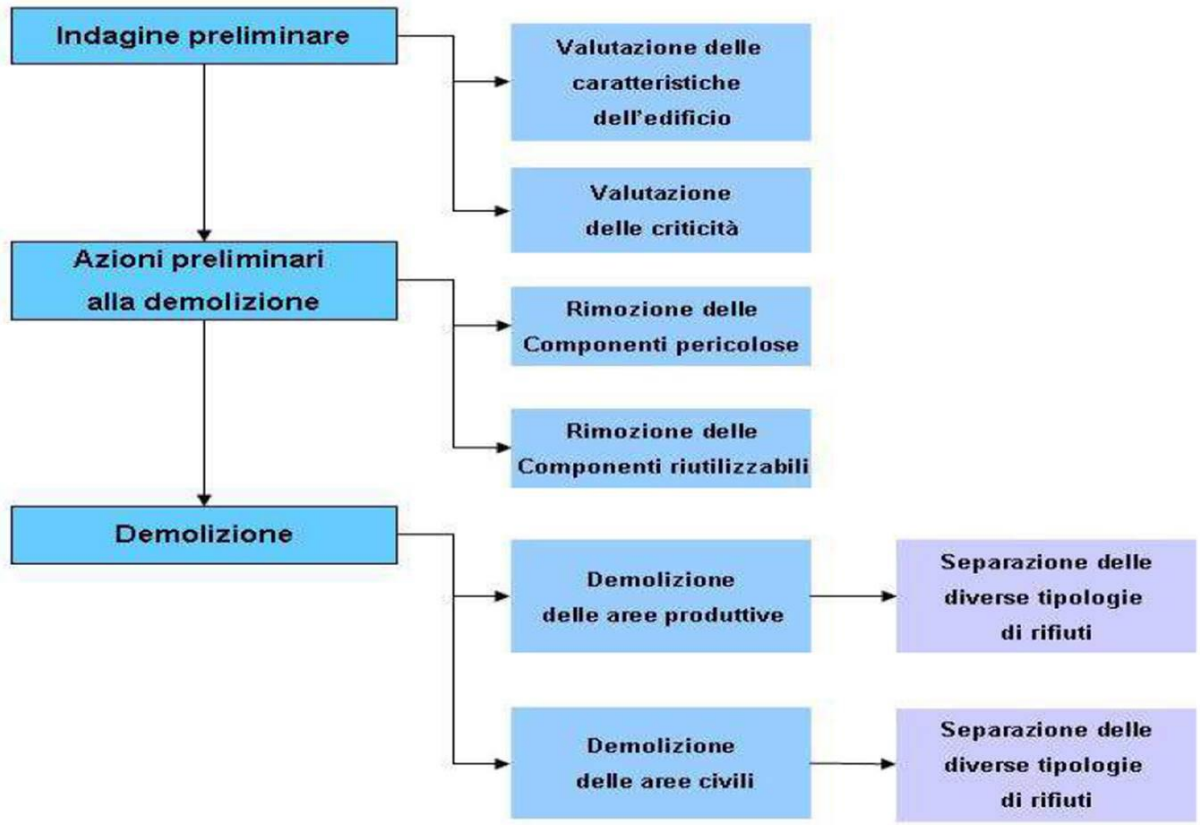
5.2.4.2 *Demolizione selettiva*

Le attività di demolizione dovranno avvenire seguendo i principi della demolizione selettiva, in modo tale da separare le varie tipologie di rifiuti man mano che vengono prodotti, dai componenti/elementi riutilizzabili. I tre obiettivi fondamentali da perseguire mediante la pratica della demolizione selettiva sono i seguenti:

- riduzione dei rifiuti prodotti non recuperabili;
- eliminazione delle componenti pericolose dai volumi totali dei rifiuti prodotti;
- favorire la separazione e l'avvio a recupero delle componenti recuperabili.

I rifiuti prodotti andranno suddivisi in base alla categoria merceologica, adeguatamente depositati ed avviati agli impianti di recupero/smaltimento.

Si riporta di seguito uno schema generico relativo alle fasi operative che caratterizzano un'operazione di demolizione selettiva.



Per quanto riguarda l'indagine preliminare, si riportano di seguito alcune indicazioni generiche da tenere in considerazione:

Oggetto d'indagine	Dettaglio
la tipologia e le caratteristiche della struttura oggetto di intervento	- individuazione aree/edifici civili e aree/edifici produttivi - individuazione tipologie generali costruttive (legno, CA, mattoni, ecc.)
Anno di costruzione/eventuali ristrutturazioni e interventi	- valutazioni in merito a utilizzo di amianto, apparecchiature contenenti PCB, presenza di Cromo in CLS ed eventuali attestazioni di interventi di bonifica/rimozione (vedi anche ultimo punto "presenza di eventuali criticità")
le attività svolte nella struttura per verificare se e come abbiano influito sulle caratteristiche qualitative dei materiali oggetto di demolizione	- Nel caso di attività produttive, individuare quelle strutture specifiche ove sono state utilizzate sostanze pericolose (vasche, serbatoi, …)… - individuare aree che, per particolari esigenze strutturali/funzionali, hanno necessitato di particolari tecniche costruttive (isolamenti, vernici, …)
caratteristiche del sito e dell'area circostante	- spazi di accesso - vicinanza di abitazioni e di altri edifici - possibilità di movimentazione e deposito in cantiere
presenza di eventuali criticità	- presenza di amianto - cisterne e vasche interrate - condutture, impianti - rifiuti abbandonati pericolosi e non

Le azioni preliminari standard all'attività di demolizione sono invece quelle riportate di seguito:

- bonifica dell'amianto (se presente);
- rimozione o messa in sicurezza delle cisterne interrate (se presenti);
- rimozione, deposito temporaneo e successivo avvio a smaltimento/recupero dei rifiuti pericolosi e non pericolosi eventualmente presenti;
- rimozione, deposito temporaneo e avvio a smaltimento, come flussi separati, di strutture murarie/pavimentazioni in ambito artigianale/industriale, che nel tempo siano venute in contatto con sostanze pericolose, rimanendone contaminate.

Completate le attività preliminari, si potrà procedere alla demolizione della struttura con accumulo in cantiere dei rifiuti e successivo invio degli stessi agli impianti di recupero/smaltimento. L'accumulo dei rifiuti prodotti deve essere effettuato per categorie omogenee, attribuendo a ciascuna il rispettivo codice CER in modo tale da evitare, per quanto possibile, cumuli di rifiuti misti.

L'Appaltatore dovrà garantire l'applicazione di quanto sopra descritto con adeguati mezzi e maestranze di cantiere.

5.2.4.3 *Demolizioni parziali*

Nel caso di demolizioni parziali di strutture in c.a., l'utilizzo del martello pneumatico è possibile esclusivamente dopo aver profilato la sagoma di scavo previo taglio con disco diamantato, carotaggi affiancati, filo diamantato.

Inoltre 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.

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.

Le pavimentazioni in selci, ricoperte o meno di conglomerati bituminosi, dovranno essere demolite con i tradizionali mezzi di scavo, quali escavatori o pale cingolate o gommate, previa rimozione manuale o con martello pneumatico, delle file poste ai limiti di intervento per conseguire la profilatura dell'area da demolire. Nel caso di pavimentazioni in selci, ove richiesto dalla Direzione Lavori, il materiale di risulta dopo la demolizione dovrà essere condotto dall'Appaltatore a proprie cure e spese in luoghi che gli saranno indicati dalla stessa D.L..

5.2.4.4 *Carotaggi*

I carotaggi possono essere di diversi diametri e lunghezze; queste lavorazioni vengono eseguite mediante l'utilizzo di macchine idrostatiche elettriche a rotopercussione o semplicemente rotanti, tassellatori e trivelle ad aria compressa o elettrici, o carotatrici per la realizzazione di fori passanti o non, in diversi diametri e lunghezze, su strutture in calcestruzzo anche armato.

5.3 Oneri specifici dell'Appaltatore

Oltre a tutti gli oneri di cui al presente Capitolato Speciale sono a completo carico dell'Impresa, perché compresi e compensati sia nei prezzi degli articoli relativi alla realizzazione degli interventi che nelle specifiche voci di stima, tutti gli oneri, nessuno escluso, per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, tra cui, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- subordinare le operazioni di demolizione alle indicazioni fornite dal monitoraggio in corso d'opera;
- realizzare le demolizioni nel rispetto delle geometrie e delle prescrizioni progettuali;
- protezione delle installazioni sottostanti e ricostruzione delle opere eventualmente danneggiate durante i lavori di demolizione, nello stato in cui si trovavano prima dei lavori stessi;
- protezione e conservazione dei manufatti circostanti durante i lavori di demolizione ed eventuale ricostruzione come al punto precedente;
- realizzazione di opere provvisionali e/o modalità operative finalizzate ad evitare la formazione e lo spandimento della polvere;
- eventuale richiesta di tutte le necessarie autorizzazioni a procedere da parte delle competenti Autorità locali;
- tagli eventuali con fiamma ossidrica o con attrezzature elettromeccaniche e/o manuali;
- la rimozione dei materiali di risulta sulle strutture da demolire o sulle opere provvisionali in misura tale che non si verifichino sovraccarichi o spinte pericolose;
- puntellature, ponti di servizio, ripari dalla polvere, convogliatori a terra (è vietato il getto dall'alto dei materiali di risulta);
- carico, trasporto e scarico alle discariche autorizzate all'esterno della proprietà, del materiale di rifiuto, nonché pulizia delle aree sulle quali vengono eseguite le opere di demolizione;
- provvedere alla mobilitazione di attrezzature in numero, potenza e capacità operativa tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti; le attrezzature dovranno essere altresì le più idonee alle condizioni ambientali, stratigrafiche ed idrogeologiche dei terreni interessati;
- adottare tutti gli accorgimenti necessari ad attenuare i disturbi alle persone derivanti dalle vibrazioni e dai rumori connessi alle attività in corso, e ad evitare danni a opere e manufatti preesistenti;
- eseguire tutti i controlli e le prove prescritti dal presente Capitolato, così come quelli integrativi che a giudizio della Direzione Lavori, si rendessero necessari per garantire le qualità e le caratteristiche prestazionali previste nel progetto,
- realizzare tutte le opere provvisionali che si rendesse necessario costruire per la presenza vicino all'opera di fabbricati e/o manufatti;
- adottare tutti i provvedimenti previsti nel piano di sicurezza e coordinamento;
- riparazione di eventuali danni causati, nonché le prestazioni di personale idoneo nel caso di necessità.

ART. 6. MOVIMENTI DI TERRA

6.1 Campi di impiego

Con il termine “movimenti terra” si intendono tutte le tecnologie esecutive finalizzate alla effettuazione di scavi a cielo aperto e rinterri.

Durante lo svolgimento dei Lavori dovranno essere eseguite le verifiche in corso d’opera previste nel progetto di monitoraggio, parte integrante del progetto esecutivo.

6.2 Specifiche tecniche

6.2.1 Normative e Raccomandazioni di riferimento

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti leggi e raccomandazioni:

- D.M. 17/01/2018: Norme Tecniche por le Costruzioni;
- UNI EN ISO 14688-1:2018.

6.2.2 Soggezioni geotecniche ed ambientali

Nell’esecuzione degli scavi si deve tenere sempre presente che si opera in ambito urbano in vicinanza degli edifici ed in prossimità delle loro fondazioni. Si deve altresì tenere presente che si opera in presenza di condotti di fognatura e di altri sottoservizi; occorre quindi che l’Appaltatore presti la massima attenzione per garantire la piena funzionalità di detti servizi essendo onere dell’Appaltatore stesso vigilare sulla funzionalità della rete per tutta la durata dei lavori ed in particolare nel corso dell’esecuzione delle opere provvisionali. Pertanto, preliminarmente ad ogni operazione di scavo l’Impresa avrà cura di accertare se l’area di lavoro sia attraversata da pubblici servizi o manufatti (ambienti) sotterranei. A tale scopo, prima della esecuzione degli scavi, l’Appaltatore a propria cura e spese dovrà realizzare, sia lungo il perimetro dello scavo, sia sull’area soggetta agli scavi, i cavi di indagine, da realizzarsi a mano o con mezzo meccanico, al fine di verificare l’effettiva assenza di interferenze con eventuali sottoservizi.

La posizione ed ogni altra indicazione riguardante i principali servizi esistenti nel sottosuolo, risultano dai disegni di progetto e sono desunte di massima da segnalazioni delle Aziende che gestiscono i servizi stessi e non da assaggi diretti o da rilievi. Gli allacciamenti alle fognature degli scarichi, così come gli allacciamenti di acqua, gas, telefoni, elettricità, dovranno essere sempre mantenuti in regolare funzionamento in qualsiasi fase dei lavori, anche attraverso collegamenti provvisori richiesti dalle Aziende competenti.

Dopo l’accertamento sulla consistenza dei sottoservizi e la loro eventuale deviazione, i suddetti cavi di indagine dovranno essere ricolmati, a cura e spese dell’Appaltatore, con un conglomerato cementizio appositamente formulato per i riempimenti, secondo le specifiche indicate, e solo allora potrà essere consentito l’avvio delle attività di trivellazione che pertanto potranno avvenire dal piano di campagna.

Questa procedura si eseguirà in tutti i luoghi ove avverranno scavi a cielo aperto e comunque nei luoghi di seguito indicati:

- nelle aree dove verranno effettuati gli scavi per la realizzazione delle fondazioni dei muri di linea;
- nelle aree dove verrà costruita la stazione;
- in corrispondenza dei punti in cui si dovranno eseguire i sondaggi geologici, archeologici;
- nelle aree ove si prevede la realizzazione di pali.

Tali modalità potranno essere verificate dall'Appaltatore in funzione di sue esigenze operative specifiche, fermo restando il rispetto della Normativa vigente e delle prescrizioni progettuali. Una volta definite, come tipologia e come localizzazione, le suddette modalità dovranno essere sottoposte alla approvazione preventiva della Direzione Lavori.

I materiali che vengono introdotti nel terreno dovranno avere caratteristiche non inquinanti e comunque non nocive, anche a tempi lunghi ed in presenza di acqua sia di infiltrazione che di falda.

La localizzazione in ambito urbano delle aree di cantiere non deve inficiare le caratteristiche prestazionali del calcestruzzo, che dovrà comunque possedere le caratteristiche prescritte al momento della posa in opera indipendentemente dalla distanza dall'impianto di produzione e dalle difficoltà insite nell'operare in spazi ristretti.

6.2.3 Descrizione e modalità esecutive

6.2.3.1 *Generalità*

Nella esecuzione di qualsiasi categoria di scavo l'Appaltatore dovrà procedere con tutte le necessarie cautele e nel rispetto delle norme di cui agli articoli da 12 a 15 del D.P.R. 7 gennaio 1956 n. 164.

È tassativamente vietato eseguire gli scavi con sistemi che possono provocare il franamento e lo scoscendimento delle materie da scavare.

Prima di iniziare qualsiasi opera relativa agli scavi o lavori che comunque interessi movimenti di materie, l'Appaltatore dovrà verificare il piano quotato.

Le quote dovranno riferirsi ad uno o più capisaldi inamovibili e facilmente individuabili, così da consentire in ogni momento immediati e sicuri controlli fino all'approvazione del collaudo.

L'Appaltatore, cui sarà fatta la consegna dei capisaldi con apposito verbale, dovrà curare la conservazione di detti capisaldi e ripristinare quelli che eventualmente venissero rimossi.

L'Appaltatore è obbligato ad eseguire a sua cura e spese la picchettazione completa del lavoro in modo che risultino precisamente indicate sul terreno le opere da eseguire.

6.2.3.2 *Scavi di sbancamento*

Prima di dare avvio ai lavori di sterro e riporto, l'Impresa è obbligata ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti.

L'Impresa dovrà pure installare, nei tratti che indicherà la Direzione Lavori, le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate, curandone poi la conservazione e rimettendo quelle manomesse durante la esecuzione dei lavori.

Dovrà inoltre procedere, quando necessario:

- al taglio delle piante, o in alternativa alla loro rimozione e messa a dimora presso un vivaio, all'estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti, ecc. (diserbamento) e l'eventuale loro trasporto in aree apposite;
- allo scoticamento, consistente nella rimozione ed asportazione di terreno vegetale, di qualsiasi composizione e qualunque contenuto d'acqua, per uno spessore minimo pari a 50cm, salvo diversa e più restrittiva prescrizione;
- alla eventuale demolizione di massicciate stradali esistenti.

Tutto il materiale proveniente da queste attività dovrà essere trasportato a discarica.

Qualora ai lavori in terra siano connesse opere in c.a., l'Impresa dovrà procedere al tracciamento di esse, con l'obbligo della conservazione dei picchetti, ed eventualmente delle modine, come per i lavori in terra.

Gli scavi potranno essere eseguiti a mano o con mezzi meccanici, mentre è vietato l'uso di esplosivo.

Qualora, per la qualità del terreno o per qualsiasi altro motivo, fosse necessario puntellare, sbatacchiare ed armare le pareti degli scavi, l'Impresa dovrà provvedervi a sue spese, adottando tutte le precauzioni necessarie per impedire smottamenti e franamenti; in ogni caso resta a carico dell'Impresa il risarcimento per i danni dovuti a tali motivi, subiti da persone, cose o dall'opera medesima.

A tale proposito, prima dell'inizio delle attività inerenti lo scavo di sbancamento, qualora gli spazi a disposizione consentano che questo possa essere eseguito con l'ausilio di scarpate, l'Appaltatore a propria cura e spesa dovrà produrre preventivamente una apposita relazione geotecnica che dimostri la stabilità di queste ultime compatibilmente con i parametri geotecnici del terreno interessato dallo scavo, tenendo conto anche dei carichi indotti dal traffico stradale. Viceversa, qualora gli spazi a disposizione dovessero essere insufficienti e si dovesse pertanto ricorrere all'uso di berlinesi, palancolati o altre opere provvisionali di sostegno delle pareti dello scavo, in analogia con il caso precedente l'Appaltatore dovrà produrre, prima dell'inizio delle attività di scavo, una relazione di calcolo di tali strutture provvisorie. Tutte le suddette opere provvisionali saranno eseguite ad esclusiva cura e spese dell'Appaltatore. È fatto divieto all'Impresa, sotto pena del fermo dei lavori, di dare corso alle suddette attività di scavo di sbancamento prima della presentazione della documentazione di cui sopra e della relativa approvazione formale da parte della Direzione Lavori.

È vietato all'Impresa, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano ai getti prima che la Direzione Lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

Nel caso di franamento degli scavi è a carico dell'Impresa procedere alla rimozione dei materiali ed al ripristino del profilo di scavo; nessun compenso spetterà all'Impresa per il mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato per le armature e sbadacciature.

Nel caso che, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni nelle quali i lavori si svolgono, lo richiedano, l'Impresa sarà tenuta a coordinare opportunamente per campioni la successione e la esecuzione delle opere di scavo e murarie.

Qualora negli scavi in genere si fossero superati i limiti assegnati, non si terrà conto del maggior lavoro eseguito e l'Impresa dovrà, a sua cura e spese, rimettere in sito le materie scavate in più, utilizzando materiali idonei.

I materiali provenienti dagli scavi e non idonei per altro impiego nei lavori, dovranno essere portati a rifiuto nelle discariche autorizzate, individuate a cura e spese dell'Appaltatore prima dell'inizio dei lavori, qualunque sia la distanza, dietro formale autorizzazione della Direzione Lavori, fatte salve le vigenti norme di Legge.

L'Impresa dovrà ottenere, a sua cura e spesa, la disponibilità delle aree di discarica e/o di deposito, dei loro accessi, comprese le relative indennità, nonché provvedere alla sistemazione e alla regolarizzazione superficiale dei materiali di discarica secondo quanto disposto dalla D.L..

Nel caso che i materiali fossero ritenuti idonei a seguito di prove eseguite dall'Impresa, a sua cura e spese, e sotto il controllo della Direzione lavori, dovranno essere trasportati in aree di deposito, custoditi opportunamente, eventualmente trattati per ridurli alle dimensioni prescritte dalle presenti Norme secondo necessità ed additivati con prodotti leganti, ripresi e trasportati nelle zone di utilizzo.

6.2.3.3 *Scavo di fondazione a sezione obbligata*

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta od obbligata necessari per dar luogo ai cordoli, muri o plinti di fondazione propriamente detti. In ogni caso saranno considerati come scavi di fondazione anche quelli per dar luogo alla sede stradale, ai marciapiedi, alle camerette d'accesso, alle fogne, condutture, fossi e cunette.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione, dovranno essere spinti fino alla profondità prevista in progetto.

Gli scavi per fondazione dovranno, quando occorra, essere solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature, in modo da proteggere contro ogni pericolo gli operai, ed impedire ogni smottamento di materia durante l'esecuzione tanto degli scavi che delle murature.

L'Appaltatore è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che possano accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellazioni e sbadacchiature, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi, per nessun pretesto, di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo gli venissero impartite dalla Direzione Lavori.

Col procedere delle opere l'Appaltatore potrà recuperare i materiali e le attrezzature impiegate costituenti le armature di sostegno, a meno che non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà dell'Amministrazione; i materiali e le attrezzature però, che a giudizio della Direzione Lavori, non potessero essere tolti senza pericolo o danno del lavoro, dovranno essere abbandonati negli scavi.

6.2.3.4 *Scavo archeologico*

Tutti gli scavi sopra elencati possono prevedere un ulteriore magistero costituito dallo scavo per la salvaguardia dei reperti archeologici che interesserà gli scavi a partire dal piano di campagna fino al cosiddetto terreno vergine (intesserà essenzialmente i riporti fino al livello della falda all'incirca).

I relativi articoli sono da applicare solo agli scavi in presenza di elementi archeologici, da eseguirsi sotto la supervisione, guida ed assistenza in loco di un archeologo junior specializzato.

L'attività archeologica dell'intero cantiere sarà coordinata da un archeologo senior, che sarà il referente responsabile, verso la Soprintendenza Archeologica di Genova, al fine di recepirne le richieste di procedura e gli standard da applicare a ciascuno scavo; suo compito è anche quello di redigere una relazione conclusiva interpretativa dei risultati della campagna di scavo.

L'ordine per la metodologia esecutiva dello scavo, delle analisi di laboratorio e degli eventuali studi specialistici contenuti negli articoli di questo capitolo verrà dato all'Impresa Appaltante direttamente dalla Direzione Lavori su richiesta della Soprintendenza Archeologica di Genova, mediante appositi verbali che saranno consegnati all'Appaltatore.

L'Impresa dovrà curare che gli scavi siano eseguiti con la massima diligenza, prudenza e perizia, nonché in perfetta conformità con le indicazioni della Soprintendenza Archeologica e le prescrizioni della Direzione Lavori, adottando tutte le precauzioni, limitazioni, mezzi di sostegno provvisionali, attrezzature e modalità esecutive ritenute idonee al fine di non danneggiare le proprietà di terzi (immobili, gallerie, strutture o impianti, ecc.) interessate dai lavori stessi e/o reperti archeologici eventualmente messi in evidenza.

Rientra nel compito dell'Impresa il controllo e la custodia degli eventuali reperti rinvenuti rimanendo responsabile dei danni per furto o danneggiamento degli stessi fino alla presa in consegna da parte della Soprintendenza o altra Autorità indicata.

6.2.3.5 *Rinterri*

Il rinterro sarà effettuato solo con materiali che appartengano ai gruppi A1, A2-4 ed A2-5 della classificazione CNR UNI, provenienti da cave di prestito, e preventivamente trattati con calce idrata in ragione 100 kg/m^3.

Il materiale sarà steso a strati successivi, di spessore non superiore a 30cm ed ogni strato, dopo essere stato opportunamente bagnato, verrà costipato con mezzi idonei al suo costipamento, secondo le disposizioni della D.L.

Si richiede su ogni strato un modulo di deformazione Md $\geq$ 500 Kg/cm^2 misurato nell'intervallo compreso tra 0,5 e 1,5 Kg/cm^2.

Si richiede inoltre la esecuzione di prove di laboratorio per la verifica della qualità del materiale; è necessario il raggiungimento di una resistenza a compressione a 7gg. su provini cilindrici compresa tra 10 e 15 Kg/cmq ed una resistenza a trazione indiretta su provini cilindrici compresa tra 1,0 e 1,5 Kg/cmq. Le prove saranno effettuate prelevando il materiale all'atto della sua posa in opera e trasportandolo presso un laboratorio ufficiale per il confezionamento dei provini.

In alternativa sarà utilizzata pozzolana legata con cemento tipo 32.5 R in ragione del 6% in peso rispetto al peso di 1 mc di pozzolana.

In quest'ultimo caso si richiede la effettuazione delle stesse prove di laboratorio per la verifica della qualità del materiale; è necessario il raggiungimento di una resistenza a compressione a 7gg. su provini cilindrici compresa tra 25 e 45 Kg/cmq ed una resistenza a trazione indiretta su provini cilindrici compresa tra 2,5 e 4,5 Kg/cmq. Le prove saranno effettuate prelevando il materiale all'atto della sua posa in opera e trasportandolo presso un laboratorio ufficiale per il confezionamento dei provini.

Dovrà essere prestata la massima precauzione e diligenza, secondo le prescrizioni della D.L., per i riempimenti dei vani circostanti alle tubazioni, condotti, manufatti e sottoservizi in genere.

Il materiale dovrà essere posto in opera non nei periodi di gelo o su terreno gelato.

A rinterro ultimato e prima di iniziare la formazione del sottofondo stradale, il rinterro stesso dovrà risultare sia trasversalmente che longitudinalmente conforme alle livellette e sagome di progetto o prescritte dalla Direzione Lavori.

6.2.3.6 *Piazzali - Rilevati*

Prima della realizzazione dei rilevati sarà effettuata la verifica della portanza del piano di posa del rilevato stesso con la misura del modulo di deformazione M_d; per tale modulo si richiede un valore non inferiore a 250 Kg/cm^2 nell'intervallo compreso tra 0,5 e 1,5 Kg/cm^2. Qualora tale valore non fosse ottenibile si procederà alla bonifica del piano di posa ed alla ripetizione della prova sul nuovo piano così ottenuto. La bonifica sarà effettuata ponendo in opera materiali provenienti dagli scavi o dalle cave di prestito ed appartenenti esclusivamente ai gruppi A1, A2-4 ed A2-5 della classificazione CNR UNI.

Anche per la realizzazione dei rilevati saranno adoperati esclusivamente materiali provenienti dalle cave di prestito ed appartenenti ai gruppi A1, A2-4 ed A2-5 della classificazione CNR UNI. A tale proposito l'appaltatore, a sua esclusiva cura e spese, primo dell'inizio dei lavori di esecuzione del rilevato, dovrà effettuare, in contraddittorio con la Direzione Lavori, un prelievo di materiale presso la cava di prestito da lui prescelta e farne effettuare la classificazione presso un laboratorio ufficiale.

Il materiale, che sarà posto in opera per strati aventi uno spessore reso di 30 cm dopo il costipamento, quando necessario dovrà essere opportunamente inumidito per raggiungere il grado di umidità ottimale, al fine di raggiungere una densità in situ maggiore o uguale al 90% della prova AASHTO modificata; è richiesto inoltre un modulo di deformazione $M_d \geq 250$ Kg/cm^2 nell'intervallo tra 0,5 e 1,5 Kg/cm^2.

Negli ultimi due strati, e comunque per uno spessore complessivo non inferiore a 50 cm, il peso specifico apparente dovrà raggiungere almeno il 95% di quello massimo ottenibile con la prova AASHTO modificata; su tali strati è richiesto inoltre un modulo di deformazione $M_d \geq 500$ Kg/cm^2 nell'intervallo tra 0,5 e 1,5 Kg/cm^2.

6.2.3.7 *Riempimento con miscela fluida*

Nei casi previsti dal progetto esecutivo, saranno effettuati dei riempimenti con una miscela fluida, a base di cemento tipo 32.5 R, dosato in ragione di 80 Kg di cemento per mc di inerte, che nella fase plastica dovrà essere omogenea, da fluida ad autolivellante, priva di segregazione, e con massa volumica compresa tra 1400 e 1800 kg/m^3; nella fase indurita dovrà essere assimilabile ad un terreno artificiale e quindi isotropo, autoportante, privo di assestamenti, cedimenti, subsidenze, rimovibile con mezzi meccanici, e caratterizzato da resistenza cubica a compressione tra 1 e 2 MPa; in ogni caso dovrà rispondere ai requisiti delle raccomandazioni ACI 229 (CLSM).

6.3 Oneri specifici dell'Appaltatore

Saranno oneri specifici dell'Appaltatore i seguenti (indicativi, non esaustivi):

- provvedere a tutte le indagini necessarie ad accertare l'eventuale presenza di manufatti interrati di qualsiasi natura, la cui esistenza non è stato possibile accertare in sede di progetto, e che potrebbero interferire con gli scavi da realizzare; eventualmente realizzare tutte le opere di deviazione e/o rimozione di tali ostacoli prima di dare il via alle attività di scavo;
- gli oneri derivanti dalla posa in opera di eventuali sbadacchiature e puntellature;
- effettuare le lavorazioni anche con soluzione di continuità;
- subordinare le operazioni di scavo alle indicazioni fornite dal monitoraggio in corso d'opera;
- provvedere alla mobilitazione di attrezzature in numero, potenza e capacità operativa tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti; le attrezzature dovranno essere altresì le più idonee alle condizioni ambientali, stratigrafiche ed idrogeologiche dei terreni interessati;
- adottare tutti gli accorgimenti necessari ad attenuare i disturbi alle persone derivanti dalle vibrazioni e dai rumori connessi alle attività in corso, e ad evitare danni a opere e manufatti preesistenti;
- eseguire tutti i controlli e le prove prescritti dal presente Capitolato, così come quelli integrativi che a giudizio della Direzione Lavori, si rendessero necessari per garantire le qualità e le caratteristiche prestazionali previste nel progetto;
- realizzare tutte le opere provvisionali che si rendesse necessario costruire per la presenza vicino all'opera di fabbricati e/o manufatti;
- adottare tutti i provvedimenti previsti nel piano di sicurezza e coordinamento;
- riparazione di eventuali danni causati, nonché le prestazioni di personale idoneo nel caso di necessità;
- l'immediato allontanamento delle acque meteoriche e/o di aggottamento che si dovessero depositare al piede degli scavi.

ART. 7. OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO E IN ACCIAIO

7.1 Modalità di esecuzione e caratteristiche tecniche dei materiali e delle lavorazioni

7.1.1 Acciaio d'armatura per c.a. e c.a.p.

7.1.1.1 *Campi di impiego*

Le armature per c.a e c.a.p. di seguito regolamentate saranno impiegate in tutte le strutture previste dal Progetto Esecutivo e secondo le modalità indicate dallo stesso.

7.1.1.2 *Specifiche tecniche*

7.1.1.2.1 Normative e Raccomandazioni di riferimento

I lavori dovranno essere eseguiti in accordo alla Normativa vigente ed in particolare alle seguenti norme e raccomandazioni (elenco indicativo, non esaustivo):

- D.M. 17/01/2018: Norme Tecniche por le Costruzioni;
- RFI Manuale di Progettazione delle Opere Civili.

7.1.1.2.2 Soggezioni ambientali

Le barre di armatura dovranno essere stoccate in modo da potere essere movimentate senza rischi per la mano d'opera e per l'integrità delle barre stesse. Inoltre è necessario che esse non siano poggiate direttamente sul piano di campagna per evitare che possano sporcarsi di fango o terra. In ogni caso prima della loro messa in opera, dovrà essere verificata la loro pulizia. Le barre, infatti, dovranno essere prive di scaglie di ruggine e di residui di pitture, oli, incrostazioni ed altri materiali che ne possano pregiudicare l'aderenza al calcestruzzo.

Copriferro ed interferro dovranno essere dimensionati nel rispetto del disposto di cui alle Norme di esecuzione per c.a. e c.a.p., contenute nelle "Norme Tecniche per le Costruzioni" (D.M. in vigore) emanate in applicazione dell'art.21 della Legge 05/11/1971 n°1086.

Lo spessore di ricoprimento dei ferri dovrà essere sempre indicato chiaramente sui disegni esecutivi e comunque la distanza minima delle superfici metalliche delle armature principali dalle facce esterne del conglomerato, compresa la tolleranza della posa in opera, le armature in generale dovranno rispettare tutti i criteri di durabilità a tale scopo si può fare utile alla UNI EN 1992-1-1.

7.1.1.2.3 Tolleranze geometriche

Tutte le armature presenti nel conglomerato cementizio, normale e precompresso, dovranno essere conformi a quanto previsto negli elaborati progettuali. In particolare, le tolleranze ammesse sul peso e sul diametro nominale delle barre saranno conformi a quelle prescritte dalla Normativa vigente, mentre quella sulla posa in opera non dovrà essere superiore a ± 2 cm. In ogni caso la tolleranza dovrà essere tale da rispettare le prescrizioni sui copriferri di cui sopra, sulle distanze minime tra ferri previste dalle Norme e non dovrà ridurre sensibilmente la distanza della barra dal lembo compresso. Per quanto

attiene il profilo di sagomatura, la tolleranza non dovrà essere superiore a $\pm$ 3 cm sulla lunghezza dei ferri longitudinali, mentre per le staffe sarà consentita tolleranza massima di 1 cm.

7.1.1.2.4 Descrizione e modalità esecutive

7.1.1.2.4.1 Generalità

Gli acciai per le armature di c.a. e c.a.p. (barre ordinarie, reti elettrosaldate, trefoli e barre per c.a.p.) devono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabilite dalle Norme tecniche citate. È fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine.

L'acciaio sarà lavorato e posto in opera in accordo ai disegni esecutivi e/o costruttivi che dovranno essere forniti al Committente per approvazione.

Sui disegni esecutivi delle armature si presenteranno le liste dei ferri riportanti sagomature, posizionamento, diametro, lunghezza, piegature, peso unitario, peso totale, ecc.

7.1.1.2.4.2 Caratteristiche meccaniche degli acciai

Le caratteristiche meccaniche degli acciai per c.a.o. e per c.a.p. dovranno corrispondere a quanto stabilito dall'attuale normativa "Norme tecniche per le Costruzioni" al punto11.3.2.

7.1.1.2.4.3 Posizionamento delle armature per c.a.

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è previsto tassativamente l'impiego di opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio o in materiale plastico; lungo le pareti verticali si dovrà ottenere il necessario distanziamento esclusivamente mediante l'impiego di distanziatori ad anello; sul fondo dei casseri dovranno essere impiegati distanziatori del tipo approvato dalla Direzione Lavori. L'uso di distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate. Per quanto attiene lo spessore dei suddetti distanziatori, e quindi dei relativi spessori copriferro, l'Impresa si atterrà scrupolosamente alle prescrizioni di progetto per le varie parti dell'opera.

Le gabbie di armatura potranno essere composte fuori opera o in opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto avente diametro non inferiore a 0.6 mm, in modo da garantire la invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

L'Impresa dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto.

È a carico dell'Impresa l'onere della posa in opera delle armature metalliche, anche in presenza di acqua o fanghi bentonitici, nonché i collegamenti equipotenziali.

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

7.1.1.2.4.4 Posizionamento delle armature per c.a.p.

L'Impresa dovrà attenersi rigorosamente alle prescrizioni contenute nei calcoli statici e nei disegni esecutivi per tutte le disposizioni costruttive, ed in particolare per quanto riguarda:

- il tipo, il tracciato, la sezione delle singole barre o dei trefoli;
- i dispositivi speciali come ancoraggi fissi, mobili, intermedi, manicotti di ripresa, ecc.;
- le fasi di applicazione della precompressione;
- la messa in tensione da uno o da entrambi gli estremi;
- le eventuali operazioni di ritaratura delle tensioni.

Le barre ed i trefoli dovranno essere prive di scaglie di ruggine e di residui di pitture, oli, incrostazioni ed altri materiali che ne possano pregiudicare l'aderenza al calcestruzzo.

Oltre a quanto previsto nelle vigenti norme di legge si precisa che, nella posa in opera delle armature di precompressione, l'Impresa dovrà assicurare l'esatto posizionamento mediante l'impiego di adeguati supporti.

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

L'Impresa, durante le operazioni di tesatura dovrà registrare su appositi moduli da consegnare alla Direzione Lavori, i tassi di ricompressione e gli allungamenti totali o parziali di ogni barra della struttura.

Al fine di preservare le armature metalliche delle strutture in cemento armato precompresso, realizzate con barre o con trefoli che non abbiano funzione provvisoria, dall'azione corrosiva delle correnti vaganti, l'Impresa è tenuta a collegare tutti i ferri delle armature di precompressione tra loro nelle testate delle strutture mediante un conduttore di acciaio da collegare con un terminale da realizzare con un tondo di ferro dolce del diametro di 24 mm e sporgente dalla struttura per una lunghezza non inferiore a 20cm.

Poiché tale conduttore dovrà servire, dopo l'ultimazione dell'opera e dopo l'attivazione dell'esercizio, al rilevamento delle correnti vaganti ed eventualmente poi alla messa a terra delle strutture o alla loro protezione catodica, lo stesso dovrà già essere previsto, nella fase di progettazione, in posizione accessibile ad opera ultimata. I collegamenti, di cui sopra, non dovranno essere ottenuti mediante saldatura, ma dovranno essere eseguiti con altro sistema, che assicuri un sufficiente grado di conduttività anche col volgere degli anni.

7.1.1.2.4.5 Gabbie di armatura per pali

Le armature metalliche, disposte in gabbie preassemblate, dovranno essere realizzate in conformità alle indicazioni di progetto e rispondere alle prescrizioni delle Normative citate. Potranno essere confezionate in stabilimento o direttamente in cantiere e l'assemblaggio avverrà in accordo alla Normativa, con particolare riferimento a copriferro, interferro, percentuale minima, giunzioni, saldature e tolleranze.

Le gabbie, costituite essenzialmente da barre verticali ad aderenza migliorata e da una spirale esterna, dovranno altresì presentare ferri circolari interni d'irrigidimento, disposti ad un passo non superiore a

m 2,50 e di diametro non inferiore a 20 mm; l'assemblaggio delle gabbie, eseguito fuori opera, potrà essere effettuato con doppia legatura in filo di ferro oppure mediante collegamenti saldati, poiché gli acciai sono saldabili.

Il palo dovrà risultare armato per l'intera sua lunghezza. Quando la lunghezza del palo richiede l'impiego di più gabbie, il collegamento tra le stesse per la posa in opera dovrà essere effettuato mediante cordoni di saldatura o mediante idonei morsetti.

Le gabbie saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la loro centratura all'interno del foro ed una distanza netta minima dei ferri di 5 cm dalle pareti del foro stesso.

La distanza netta tra i ferri verticali non potrà essere inferiore a cm 7.5, se si utilizzano inerti inferiori a 20 mm, a 10 cm con inerti di dimensione superiore.

In ogni palo la punta della estremità della prima gabbia che è rivolta verso il fondo del foro, dovrà avere le barre verticali opportunamente sagomate al fine di ottenere una forma ogivale; tale accorgimento è necessario per evitare l'impuntamento delle estremità delle barre della suddetta prima gabbia nella parete del perforo in assenza di detto provvedimento.

Le gabbie di armatura, - poste in opera nel palo scavato, mediante apposite gru, in un unico "spezzone" o, se di lunghezza maggiore di 12 m., in più spezzoni da giuntare nella fase di calaggio - dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine, messe sempre in opera prima dell'inizio del getto (cioè anche se di lunghezza inferiore a quella del palo) e mantenute in posto sostenendole dall'alto evitando in ogni caso di appoggiarle sul fondo del cavo.

7.1.1.2.4.6 Giunzioni per armature ordinarie

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

Le giunzioni delle reti elettrosaldate saranno realizzate sempre per sovrapposizione.

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

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

7.1.1.2.4.7 Manicotti filettati per armature ordinarie

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

Le giunzioni saranno realizzate per mezzo di manicotti a filettatura troncoconica, costituiti da acciaio ad alta resistenza. La voce di elenco prezzi delle armature per c.a. compensa, oltre agli oneri di fornitura e di installazione dei manicotti, gli oneri di esecuzione delle filettature troncoconiche alle estremità delle barre da collegare, la fornitura del tappo di protezione in materiale plastico della parte di manicotto non occupato dalla barra di prima fase durante il getto del calcestruzzo, la eventuale

piastrina di fissaggio del manicotto alla cassaforma, l'impiego di eventuali dime per il corretto posizionamento degli stessi, l'avvitamento delle barre filettate ai manicotti per mezzo di chiave dinamometrica certificata ed ogni altro eventuale onere per la dare il lavoro finito a regola d'arte.

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

- tensione di snervamento $\geq 550 N/mm^2$
- tensione di rottura $\geq 750 N/mm^2$

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

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

7.1.1.2.5 Prove e controlli di accettazione

L'Impresa dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di collaudo tecnologico, dei quali dovrà consegnare alla D.L. unitamente alla copia della bolla di accompagnamento dei materiali.

7.1.1.2.5.1 Acciaio in barre – B450C/A

Da ogni partita, per il controllo del peso effettivo, saranno prelevate delle barre campione. Qualora risultassero sezioni effettive inferiori a quelle ammesse dalle tolleranze previste dalle norme in vigore, il materiale verrà rifiutato e subito allontanato dal cantiere. Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dal citato D.M. in vigore.

Qualora il peso effettivo risultasse inferiore al 98% di quello teorico e tuttavia fosse ammissibile in base alle tolleranze previste dalle normative in vigore, dovranno essere aggiunte (previe opportune modifiche ai disegni di progetto ed informazione alla Direzione Lavori) barre in quantità sufficiente a realizzare una sezione di acciaio non inferiore a quella prevista dal progetto esecutivo originariamente approvato.

Ogni partita di acciaio sarà sottoposta a controllo in cantiere prelevando almeno 3 spezzoni con la frequenza stabilita dal Direttore dei Lavori.

I campioni saranno prelevati in contraddittorio ed inviati a cura ed a spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, ad un Laboratorio Ufficiale. Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

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

Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel D.M. in vigore.

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

7.1.1.2.5.2 Armature per c.a.p.

Per gli acciai per c.a.p. si effettueranno, soltanto a richiesta della D.L., prove per la verifica delle loro caratteristiche meccaniche secondo le procedure indicate dalla citata normativa.

7.1.1.3 *Documentazione*

7.1.1.3.1 Approvvigionamento dell'acciaio in barre

Per gli opportuni controlli da parte della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà dichiarare, per ogni partita di acciaio in barre che entra in cantiere, la provenienza e la qualità del materiale stesso, nonché il peso complessivo della partita e quello dei tondini di uno stesso diametro.

Per partita si intenderà il quantitativo di materiale che, pervenendo da un'unica ferriera o da un unico fornitore nello stesso giorno o in un limitato numero di giorni, può essere considerato come unica fornitura omogenea, sia per tipo che per caratteristiche fisiche delle barre.

7.1.1.3.2 Campioni prelevati

I campioni saranno prelevati, per il controllo della fornitura, in contraddittorio ed inviati a cura ed a spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, ad un Laboratorio Ufficiale, il quale dovrà fornire un certificato delle prove eseguite (diametro nominale, trazione, piegamento e raddrizzamento). Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

7.1.1.4 *Norme di contabilizzazione*

Le lavorazioni afferenti alla presente scheda sono state computate ed inserite nel compenso a corpo, e quindi non sono soggette a contabilità a misura.

7.1.1.5 *Oneri specifici dell'Appaltatore*

Oltre a tutti gli oneri di cui al presente Capitolato Speciale sono a completo carico dell'Impresa, perché compresi e compensati sia nei prezzi degli articoli relativi alla realizzazione degli interventi che nelle specifiche voci di stima, tutti gli oneri, nessuno escluso, per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, tra cui, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- provvedere alla mobilitazione di attrezzature in numero, potenza e capacità operativa tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti; le attrezzature dovranno essere altresì le più idonee alle condizioni ambientali, stratigrafiche ed idrogeologiche dei terreni interessati;

- adottare tutti gli accorgimenti necessari ad attenuare i disturbi alle persone derivanti dalle vibrazioni e dai rumori connessi alle attività in corso, e ad evitare danni a opere e manufatti preesistenti;
- eseguire tutti i controlli e le prove prescritte dal presente Capitolato, così come quelli integrativi che a giudizio della Direzione Lavori, si rendessero necessari per garantire la qualità e le caratteristiche prestazionali previste nel progetto, realizzare tutte le opere provvisionali che si rendesse necessario costruire per la presenza vicino all'opera di fabbricati e/o manufatti;
- adottare tutti i provvedimenti previsti nel piano di sicurezza e coordinamento;
- riparazione di eventuali danni causati, nonché le prestazioni di personale idoneo nel caso di necessità;
- la posa in opera delle armature metalliche, anche in presenza di acqua o fanghi bentonitici, nonché i collegamenti equipotenziali.

7.1.1.6 *Criticità delle lavorazioni*

Ai fini della sicurezza e della qualità prestazionale che devono essere garantite nel ciclo di vita utile dell'intervento in questione, le lavorazioni afferenti al presente capitolo sono da considerarsi appartenenti alla seguente classe di importanza: *importante.*

7.1.2 Carpenterie metalliche

7.1.2.1 *Campi di impiego*

Le carpenterie metalliche trattate nella presente sezione si riferiscono a quelle impiegate per tutte le opere all'aperto quali:

- travi, pilastri, centine, puntoni di contrasto realizzati profilati laminati a caldo, tubolari saldati e strutture tralicciate;
- carpenterie metalliche minori quali scale, pianerottoli, parapetti, griglie, botole e chiusini.

I materiali ferrosi da impiegarsi per le opere varie di carpenteria devono corrispondere alle prescrizioni di legge, dovranno essere nuovi ed esenti da scorie, soffiature, brecciature o da qualsiasi altro difetto apparente o latente o occulto di fusione, laminazione, trafilatura o simili. Saranno rigorosamente rifiutati tutti quei pezzi che mostrino imperfezioni od inizio di imperfezione.

Le barre ed i profili normali, le lamiere sia piane che striate, di qualsiasi forma, dimensione e spessore, dovranno essere, secondo le prescrizioni di progetto, di qualità ammesse dalla Normativa "Norme tecniche per le Costruzioni" e nel rispetto delle UNI EN 1090-2:2011 "Esecuzione di strutture in Acciaio e di Alluminio – Parte 2: Requisiti tecnici per strutture di Acciaio"

I bulloni in acciaio saranno di qualità 8.8 e 10.9, secondo le prescrizioni di progetto, e conformi alle norme.

Eventuali altri materiali ferrosi dovranno corrispondere alle caratteristiche di qualità e di lavorazione precisate in progetto, o stabilite di volta in volta dalla D.L..

L'Appaltatore è tenuto a presentare alla D. L. i certificati in originale attestanti la provenienza degli acciai e le loro caratteristiche meccaniche.

L'Appaltatore sarà in ogni caso obbligato a controllare gli ordinativi ed a rilevare sul posto le misure esatte delle diverse opere in ferro, essendo egli responsabile degli inconvenienti che possono verificarsi per l'omissione di tale controllo.

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti il manufatto, dovrà essere effettuato in conformità a quanto, a tal riguardo, sarà indicato nel progetto.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto.

Durante le operazioni di montaggio si effettueranno controlli del posizionamento degli elementi strutturali e dovranno essere adottati tutti quegli accorgimenti necessari a garantire la stabilità delle strutture stesse nel corso delle operazioni di movimentazione e tiro in alto dei manufatti.

Tutti gli elementi saranno costruiti a perfetta regola d'arte, secondo i disegni di progetto.

È prevista anche la fornitura e posa in opera di grigliati in acciaio elettroforgiato costituiti da piatti portanti e piatti secondari, o tondo del tipo antisdrucciolo, i cui spessori saranno indicati nei disegni di progetto. Tutti i pannelli di grigliato saranno inoltre sagomati secondo quanto indicato negli elaborati progettuali.

7.1.2.2 *Specifiche tecniche*

7.1.2.2.1 Normative e Raccomandazioni di riferimento

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti leggi:

- D.M. 17/01/2018: Norme Tecniche por le Costruzioni;
- UNI EN 10025-1;
- UNI EN 10210-1;
- UNI EN 10219-1;
- RFI Manuale di Progettazione delle Opere Civili.

7.1.2.2.2 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.

7.1.2.2.3 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.

Particolare attenzione dovrà essere posta nelle giunzioni dei puntoni metallici in modo che le superfici di contatto siano piane ed ortogonali alle membrature collegate. Le superfici di contatto devono essere lavorate, ove necessario, con la piallatrice, la fresatrice o la smerigliatrice.

7.1.2.2.4 Descrizione e modalità esecutive

7.1.2.2.4.1 Montaggio

Il montaggio deve essere eseguito secondo le migliori regole tecniche e delle leggi e norme antinfortunistiche vigenti.

L'Impresa sottoporrà al preventivo benestare della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la piena responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda l'esecuzione delle operazioni di montaggio, la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.

Il sistema prescelto dovrà essere comunque atto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in particolare:

- per le sagome da lasciare libere nell'area ferroviaria;
- per le interferenze con servizi di soprassuolo e di sottosuolo.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio delle strutture, si dovrà porre la massima cura per evitare che queste vengano deformate o soprasollecitate; inoltre si dovrà avere cura dello stoccaggio delle strutture per evitare che queste possano sporcarsi di fango, oli o altri agenti aggressivi e che possa danneggiarsi la protezione alla corrosione costituita da zincatura a caldo, ove prevista.
Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto.

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.

7.1.2.2.4.2 Fissaggio di profilati metallici a strutture in cemento armato

Dovrà essere sempre garantito il contatto tra la piastra di estremità delle membrature in acciaio e le superfici in calcestruzzo per assicurare la trasmissione degli sforzi. Tale contatto sarà assicurato interponendo speciali malte cementizie espansive tra le due superfici anzidette.

L'installazione dei tasselli meccanici e/o chimici dovrà essere eseguita nel rispetto delle prescrizioni del fabbricante, con le tolleranze di posizionamento prescritte.

7.1.2.2.4.3 Tagli e finitura
Le superfici dei tagli possono restare grezze, purché non presentino strappi, riprese, mancanze di materiale o sbavature. È ammesso il taglio ad ossigeno purché regolare. I tagli irregolari devono essere

ripassati con la smerigliatrice. La rettifica dei bordi delle lamiere e dei larghi piatti deve essere effettuata mediante rifilatura.

7.1.2.2.4.4 Forature per unioni bullonate

I fori devono essere preferibilmente eseguiti con trapano od anche con il punzone purché successivamente siano alesati. È vietato l'uso della fiamma per l'esecuzione di fori.

Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente.

Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone oltre la tolleranza prevista dal D.M. in vigore, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.

Le superfici di contatto al montaggio, nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza, devono presentarsi pulite, prive di olio, vernice, scaglie di laminazione, macchie di grasso e sabbiate a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione.

È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purché questo venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da Laboratorio Ufficiale in data non anteriore ad un mese.

7.1.2.2.4.5 Saldature

7.1.2.2.4.5.1 Procedimenti di saldatura

Saranno necessarie delle prove preliminari dei procedimenti di saldatura per la scelta degli elettrodi, del preriscaldo e delle tecniche esecutive, in numero e tipo da stabilire in accordo con la Direzione Lavori.

I relativi oneri sono da ritenersi compresi e compensati nell'Importo contrattuale.

Possono essere impiegati i seguenti procedimenti:

- saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti;
- saldatura automatica ad arco sommerso;
- saldatura automatica o semiautomatica sotto gas protettore (CO_2 o sue miscele).

7.1.2.2.4.5.2 Elettrodi

Per la saldatura manuale ad arco devono essere impiegati uno dei metodi codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenute da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

I procedimenti devono rispettare il punto 11.3.4.5 della Normativa "Norme tecniche per le Costruzioni".

7.1.2.2.4.5.3 Qualifica saldatori

Sia in officina che in cantiere, le saldature da effettuare con elettrodi rivestiti devono essere eseguite da operai che abbiano superato le prove di qualifica indicate nella UNI EN ISO 9606-1:2017 da parte di un Ente terzo.

Le saldature da effettuare con altri procedimenti devono essere eseguite da operai sufficientemente addestrati all'uso delle apparecchiature relative ed al rispetto delle condizioni operative stabilite in sede di approvazione del procedimento.

7.1.2.2.4.5.4 Classi delle saldature

Vale quanto prescritto nella "Norme tecniche per le Costruzioni".

7.1.2.2.4.5.5 Tecnica esecutiva

Devono essere adottate le sequenze di saldatura e le condizioni di vincolo più opportune, al fine di ridurre per quanto possibile le tensioni residue da saldatura e facilitare l'esecuzione dei giunti saldati; devono essere osservate anche le prescrizioni che verranno stabilite per il preriscaldamento locale in relazione agli spessori, ai tipi di acciaio ed alla temperatura ambiente durante la costruzione.

La superficie di ogni passata deve essere liberata dalla scoria prima che vengano effettuate le passate successive; egualmente la scoria deve essere localmente asportata in corrispondenza delle riprese di una medesima passata.

Nei giunti di testa ed in quelli a T a completa penetrazione effettuati con saldatura manuale, il vertice della saldatura deve essere sempre asportato per la profondità richiesta per raggiungere il metallo perfettamente sano, a mezzo di scalpellatura, smerigliatura, o altro adeguato sistema, prima di effettuare la seconda saldatura (nel caso di saldature effettuate dai due lati) o la ripresa. La parte da saldare deve essere protetta dalle intemperie; in particolare, quando viene fatto uso di saldatura con protezione di gas, dovranno essere adottati schermi efficaci di protezione contro il vento.

7.1.2.2.4.5.6 Preparazione dei lembi

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.

7.1.2.2.4.5.7 Connettori

Ove indicato in progetto, si provvederà ad equipaggiare le membrature in acciaio con appositi connettori per la trasmissione degli sforzi dalle strutture in calcestruzzo a quelle in acciaio.

Il dimensionamento e le modalità di montaggio dei connettori sulle strutture in acciaio dovranno essere eseguiti in accordo alle specifiche indicate nelle norme sopra citate.

7.1.2.2.4.6 Parti annegate nel getto

Le parti destinate ad essere integralmente incorporate nei getti di conglomerato cementizio devono essere soltanto accuratamente sgrassate e sabbiate.

Gli elementi metallici parzialmente immersi nel getto saranno interamente zincati a caldo e con la superficie a contatto con il calcestruzzo trattata con vernice dielettrica secondo un ciclo di almeno due mani eseguito con vernice tipo Icosit EG 1 o similare per la prima mano ed Icosit EG 4/5 o similari per la seconda; in ogni caso lo spessore minimo finito dovrà essere non inferiore a 300 µm.

7.1.2.2.4.7 Canaline metalliche portacavi: sistema di protezione al fuoco

Ove previsto in progetto, a difesa delle strutture metalliche delle canaline portacavi e dei cavi posti al disotto delle banchine di linea dagli incendi, saranno posti in opera dei pannelli tipo Promatect H o similari in fibrosilicato di calcio a matrice cementizia, esente da amianto, aventi i seguenti requisiti:

- resistenza al fuoco minima REI 60;
- densità minima 900 kg/m^3;
- spessore complessivo minimo 4 cm;
- resistenza all'umidità.

7.1.2.2.4.8 Grigliati elettrosaldati

7.1.2.2.4.8.1 Generalità

Il grigliato elettrosaldato è il prodotto di una moderna tecnologia che effettua la saldatura degli elementi strutturali mediante il procedimento di elettrofusione senza materiale di apporto. Tale procedimento viene realizzato da speciali macchine saldatrici a controllo elettronico.

7.1.2.2.4.8.2 Caratteristiche tecniche

Le caratteristiche tecniche del grigliato elettrofuso sono:

- elevata resistenza alle sollecitazioni meccaniche;
- indeformabilità, facilità di taglio, di sagomatura e di lavorazione. Il grigliato 'elettrofuso' non si sconnette con l'uso e con il tempo; la sua struttura è a prova di atti vandalici, non trattiene lo sporco e l'acqua;
- leggerezza, conseguente al razionale dimensionamento e alla collaborazione degli elementi strutturali del grigliato che permettono un'ottima utilizzazione delle caratteristiche dell'acciaio;
- perfetto rivestimento protettivo ottenuto mediante zincatura a caldo. Il grigliato 'elettrofuso' è infatti privo di tacche o di fori (presenti nei grigliati ad incastro o di altro tipo), punti critici agli effetti della ruggine. Viene così assicurata una lunga durata del manufatto senza particolari e costosi problemi di manutenzione periodica.

7.1.2.2.4.8.3 Trattamenti di protezione

I grigliati sono sottoposti in officina al processo di zincatura a caldo secondo la Norma Europea UNI EN ISO 1461/99.

La zincatura a caldo di manufatti in acciaio costituisce il trattamento più efficace ed economico per conferire a tali manufatti una protezione duratura contro la ruggine, eliminando costosi interventi di manutenzione periodica.

Il rivestimento così ottenuto rappresenta una barriera protettrice per l'acciaio isolandolo dagli agenti corrosivi ed aumentandone, inoltre, la durezza superficiale. Parallelamente all'"effetto-barriera" sopra descritto, si determina una protezione "elettrochimica".

7.1.2.2.4.8.4 Caratteristiche dimensionali

I grigliati previsti in progetto saranno caratterizzati da maglie e longherine portanti di diverse dimensioni in base alla loro posizione ed utilizzo.

7.1.2.2.4.8.5 Strutture di sostegno grigliati

Telai perimetrali:

- in profilati ad “L” 60x60x6 in acciaio zincato ancorati al supporto murario mediante perni tipo Hilti HSL M8 (C.S. 25 N/m);
- ancoraggio dei pannelli grigliati ai telai perimetrali mediante bulloni tipo standard M8.

Ancoraggio fra pannelli:

- ganci di collegamento costituiti da due piastre a farfalla tipo Orsogril Aglaia o equivalente con relative viti e dadi, collegati ad una staffa speciale asolata;
- le due piastre a farfalla e la staffa vanno posizionate in modo da abbracciare due pannelli adiacenti; il serraggio può essere effettuato da sopra a sotto.

Per ogni pannello di grigliato sono normalmente previsti due ganci, disposti alle estremità di una diagonale.

In fase di installazione è opportuno montare i due ganci senza bloccarli a fondo in modo da consentire l’allineamento dei vari pannelli. Ultimata questa operazione si procede al serraggio.

Per piani di calpestio sottoposti a particolari condizioni di esercizio, è opportuno prevedere un ancoraggio speciale realizzato mediante una vite, la cui testa viene saldata sull’ala della trave portante ed una piastra a farfalla con dado e rondella.

7.1.2.2.4.8.6 Esecuzioni particolari

I grigliati previsti in progetto prevedono anche elementi apribili incernierati con serratura a chiave esagonale. Le cerniere di apertura saranno montate su profili in acciaio zincato a “T” 100x100x11. I pannelli apribili saranno provvisti di maniglioni in acciaio zincato ø 30 saldati al grigliato.

Ove necessario i pannelli saranno provvisti di travi rompitratta installate per ridurre la luce netta fra due successivi appoggi per diminuire la freccia elastica.

Le travi rompitratta previste in progetto sono in profilati HEA 200 in acciaio zincato, ammorsate alle murature perimetrali.

7.1.2.2.5 Prove e controlli di accettazione degli acciai

7.1.2.2.5.1 Generalità

Il controllo in officina di fabbricazione o in cantiere sarà effettuato dal Direttore dei Lavori o, in sua assenza all'atto delle lavorazioni, dal tecnico responsabile della fabbricazione, che assume a tale riguardo le responsabilità attribuite dalla legge al Direttore dei Lavori. In questo secondo caso la relativa documentazione sarà trasmessa al Direttore dei Lavori prima della messa in opera.

La frequenza dei prelievi è stabilita dal Direttore dei Lavori o, in sua mancanza all'atto della lavorazione, dal tecnico responsabile della fabbricazione, in relazione all'importanza dell'opera.

7.1.2.2.5.2 Controllo dimensionale

L'Appaltatore deve eseguire gli opportuni controlli dimensionali sia sui singoli pezzi che sugli elementi premontati, facendo sì che le deviazioni dalle dimensioni teoriche rientrino entro certi valori di scostamento comunemente accettati da normative nazionali e/o europee e con particolare riferimento a quanto prescritto nel paragrafo afferente alle tolleranze.

7.1.2.2.5.3 Collaudo tecnologico dei materiali

Tutti i materiali destinati alla costruzione di strutture in acciaio dovranno essere collaudati a cura e spese dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori, prima dell'inizio delle lavorazioni.

A tale scopo è fatto obbligo all'Impresa di concordare in tempo utile con la Direzione Lavori la data di esecuzione di ciascuna operazione di collaudo.

Le prove sui materiali si svolgeranno presso i Laboratori Ufficiali.

Il numero e le modalità di prelievo dei campioni saranno di regola conformi alle norme UNI EN vigenti.

La Direzione Lavori ha comunque la facoltà di prelevare in qualunque momento della lavorazione campioni di materiali da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta per verificarne la rispondenza alle Norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Tutti gli oneri relativi sono a carico dell'Impresa.

Tutti gli acciai da impiegare nelle costruzioni dovranno essere sottoposti, in sede di collaudo tecnologico, al controllo della resilienza.

Per ogni operazione di collaudo sarà redatto, a cura e spese dell'Impresa, apposito verbale, che sarà firmato dalla Direzione Lavori e dall'Impresa. Di questo verbale verrà consegnato l'originale alla Direzione Lavori. Un'altra copia verrà conservata dall'Impresa che avrà l'obbligo di esibirla a richiesta della Direzione Lavori.

7.1.2.2.5.4 Controllo delle saldature

Le saldature devono essere controllate a cura dell'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.

L'estensione di tali controlli sarà stabilita dalla Direzione Lavori.

7.1.2.2.5.5 Controlli in corso d'opera

L'Impresa è tenuta ad avvertire la Direzione Lavori dell'arrivo nella sua officina dei materiali collaudati che saranno impiegati nella costruzione delle strutture in acciaio.

L'Impresa dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti verbali di collaudo tecnologico, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione Lavori.

In particolare, per ciascun manufatto composto con laminati, l'Impresa dovrà redigere una distinta contenente i seguenti dati:

- posizioni e marche d'officina costituenti il manufatto;
- numeri di placca e di colata dei laminati costituenti ciascuna posizione e marca di officina;
- estremi di identificazione dei relativi documenti di collaudo.

Per ciascuna opera singola o per il prototipo di ciascuna serie di opere è prescritto il premontaggio in officina.

Alla Direzione Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli collaudati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

In particolare l'Impresa dovrà attenersi alle seguenti disposizioni:

- il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, devono essere fatti preferibilmente con dispositivi agenti per pressione.
- possono essere usati i riscaldamenti locali (caldo), purché programmati in modo da evitare eccessive concentrazioni di tensioni residue e di deformazioni permanenti;
- è ammesso il taglio a ossigeno purché regolare.
- i tagli irregolari devono essere ripassati con la smerigliatrice;
- negli affacciamenti non destinati alla trasmissione di forze possono essere tollerati giochi da 2 a 5 mm di ampiezza, secondo il maggiore o minore spessore del laminato;

- i pezzi destinati ad essere chiodati o bullonati in opera devono essere montati in modo da poter riprodurre nel montaggio definitivo le posizioni stesse che avevano in officina all'atto dell'esecuzione dei fori;
- non sono ammesse al montaggio in opera eccentricità, relative a fori corrispondenti, maggiori del gioco foro-chiodo (o bullone) 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;
- l'uso delle spine d'acciaio è ammesso, in corso di montaggio, esclusivamente per richiamare i pezzi nella giusta posizione;
- i fori per chiodi e bulloni devono essere eseguiti col trapano con assoluto divieto dell'uso della fiamma e presentare superficie interna cilindrica liscia e priva di screpolature e cricche; per le giunzioni con bulloni (normali e ad alta resistenza), le eventuali sbavature sul perimetro del foro dovranno essere asportate mediante molatura locale;
- di regola si dovranno impiegare bulloni sia normali che ad alta resistenza dei seguenti diametri: D = 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 27 mm;
- i bulloni ad alta resistenza non dovranno avere il gambo filettato per la intera lunghezza; la lunghezza del tratto non filettato dovrà essere in generale maggiore di quella delle parti da serrare e si dovrà sempre far uso di rosette sotto la testa e sotto il dado; è tollerato che non più di mezza spira del filetto rimanga compresa nel foro;
- nelle unioni di strutture normali o ad attrito che potranno essere soggette a vibrazioni od inversioni di sforzo, dovranno essere sempre impiegati controdadi, anche nel caso di bulloni con viti 8.8 e 10.9.

7.1.2.3 *Documentazione*

I materiali impiegati nella costruzione di strutture in acciaio dovranno essere “qualificati”; la marcatura dovrà risultare leggibile ed il produttore dovrà accompagnare la fornitura con l'attestato di controllo e la dichiarazione che il prodotto è qualificato.

Prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, in copia riproducibile, i disegni costruttivi di officina delle strutture, nei quali, in conformità a quanto riportato negli elaborati forniti dal Progettista, dovranno essere completamente definiti tutti i dettagli di lavorazione, ed in particolare:

- i diametri e la disposizione dei chiodi e dei bulloni, nonché dei fori relativi;
- le coppie di serraggio dei bulloni ad alta resistenza;
- le classi di qualità delle saldature;
- il progetto e le tecnologie di esecuzione delle saldature e specificatamente: le dimensioni dei cordoni, le caratteristiche dei procedimenti, le qualità degli elettrodi;
- gli schemi di montaggio e controfrecce di officina;

la relazione di calcolo in cui devono essere indicate le modalità di montaggio dell'opera e specificato il funzionamento statico della struttura nelle diverse fasi di montaggio.

Sui disegni costruttivi di officina dovranno essere inoltre riportate le distinte dei materiali nelle quali sarà specificato numero, qualità, tipo di lavorazione, grado di finitura, dimensioni e peso teorico di ciascun elemento costituente la struttura.

L'Impresa dovrà, inoltre, far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare, la loro provenienza con riferimento alle distinte di cui sopra.

È facoltà della Direzione Lavori di sottoporre il progetto delle saldature e le loro tecnologie di esecuzione alla consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura o di altro Ente di sua fiducia.

La Direzione Lavori stabilirà il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso d'opera che ad opera finita, in conformità a quanto stabilito dal D.M. in vigore e tenendo conto delle eventuali raccomandazioni dell'Ente di consulenza.

Consulenza e controlli saranno eseguiti dagli Istituti indicati dalla Direzione Lavori; i relativi oneri saranno a carico dell'Impresa.

L'Appaltatore è tenuto ad accompagnare ogni fornitura con:

- copia dei certificati di collaudo degli acciai secondo UNI EN 10025-1, UNI EN10210-1, UNI EN 102019-1, UNI EN 10088-4 e UNI EN 10088-5;
- dichiarazione che il prodotto è qualificato ai sensi delle "Norme tecniche per le Costruzioni", e di aver soddisfatto tutte le relative prescrizioni, riportando gli estremi del marchio e indicando gli estremi dell'ultimo certificato del Laboratorio Ufficiale.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche si rimanda alle prescrizioni di legge sia per quanto riguarda il numero dei saggi da prelevare che le modalità di prelievo e di prova.
Le analisi chimiche devono riferirsi al prodotto finito.

Per ogni operazione di collaudo sarà redatto, a cura e spese dell'Impresa, apposito verbale, che sarà firmato dalla Direzione Lavori e dall'Impresa. Di questo verbale verrà consegnato l'originale alla Direzione Lavori. Un'altra copia verrà conservata dall'Impresa che avrà l'obbligo di esibirla a richiesta della Direzione Lavori.

7.1.2.4 *Oneri specifici dell'Appaltatore*

Oltre a tutti gli oneri di cui al presente capitolato speciale sono a completo carico dell'Impresa, perché compresi e compensati sia nei prezzi degli articoli relativi alla realizzazione degli interventi che nelle specifiche voci di stima, tutti gli oneri, nessuno escluso, per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, tra cui, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- provvedere alla mobilitazione di attrezzature in numero, potenza e capacità operativa tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti; le attrezzature

dovranno essere altresì le più idonee alle condizioni ambientali, stratigrafiche ed idrogeologiche dei terreni interessati;

- provvedere all'immediato trasporto a rifiuto di tutti i materiali di risulta provenienti dagli scavi e dalle lavorazioni comunque connesse con l'attività in questione;
- eseguire tutti i controlli e le prove prescritti dal presente Capitolato, così come quelli integrativi che a giudizio della Direzione Lavori, si rendessero necessari per garantire le qualità e le caratteristiche prestazionali previste nel progetto;
- adottare tutti i provvedimenti previsti nel piano di sicurezza e coordinamento;
- effettuare demolizioni e rifacimenti, di qualunque entità, comunque occorrenti per il rispetto delle tolleranze e prescrizioni progettuali.

7.1.3 Casseforme, armature di sostegno, centinature e attrezzature di costruzione

7.1.3.1 *Campi di impiego*

Tutte le opere in conglomerato cementizio, gettate in opera, indicate nel progetto esecutivo saranno realizzate mediante l'utilizzo di casseforme (in legno, metalliche o di materiali fibrocompressi o compensati). Qualora necessario, le casseforme saranno dotate di armature di sostegno, centinature e attrezzature di costruzione atte a garantire la stabilità delle casseforme durante le fasi di getto e di presa del conglomerato cementizio.

7.1.3.2 *Specifiche tecniche*

7.1.3.2.1 Normative e Raccomandazioni di riferimento

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti leggi:

- D.M. 17/01/2018: Norme Tecniche por le Costruzioni.

7.1.3.2.2 Descrizione e modalità esecutive

7.1.3.2.2.1 Generalità

Per tali opere provvisorie l'Impresa porterà alla preventiva conoscenza della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.

Il sistema prescelto dovrà comunque essere adatto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Nella progettazione e nella esecuzione delle armature di sostegno, delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in particolare:

- per le sagome da lasciare libere nell'ambito dell'area ferroviaria;
- 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.

7.1.3.2.2.2 Caratteristiche delle casseforme

Per quanto riguarda le casseforme viene prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompressi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ed essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle strutture e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

La Direzione Lavori si riserva, a suo insindacabile giudizio, di autorizzare l'uso di casseforme in legno; esse dovranno però essere eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o 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.

Ove previsto in progetto saranno eseguite casseforme a perdere, realizzate con pannelli di rete tipo "PERNERVOMETAL" o similare, montate su strutture di irrigidimento, in tondino di acciaio o in legno, per la costituzione di zone di alleggerimento dei solai.

In alternativa, tali zone di alleggerimento potranno essere realizzate con blocchi di polistirolo espanso di adeguato peso specifico, sufficiente cioè a sopportare le pressioni del calcestruzzo in fase di presa.

Sistemi alternativi a quelli descritti potranno essere adottati dall'Appaltatore previa approvazione della Direzione Lavori.

7.1.3.2.2.3 Pulizia e trattamento

I casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.

Dove e quando necessario si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui. I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio. Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto.

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 essere contemporanea al getto.

7.1.3.2.2.4 Giunti e riprese di getto

I giunti tra gli elementi di cassaforma saranno realizzati con ogni cura al fine di evitare fuoriuscite di boiacca e creare irregolarità o sbavature.

7.1.3.2.2.5 Legature delle casseforme e distanziatori delle armature

I dispositivi che mantengono in posto le casseforme, quando attraversano il conglomerato cementizio, non devono essere dannosi a quest'ultimo; in particolare viene prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi delle casseforme vengano fissati nella esatta posizione prevista usando fili metallici liberi di scorrere entro tubi di PVC o simile, questi ultimi destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio; dove ciò non fosse possibile, previa informazione alla Direzione Lavori, potranno essere adottati altri sistemi prescindendo dalle cautele da adottare.

È vietato l'uso di distanziatori di legno o metallici, sono ammessi quelli in plastica, ma ovunque sia possibile dovranno essere usati quelli in malta di cemento.

La superficie del distanziatore a contatto con la cassaforma deve essere la più piccola possibile, si preferiranno quindi forme cilindriche, semicilindriche e semisferiche.

7.1.3.2.2.6 Predisposizione di fori, tracce, cavità, ecc.

L'Impresa avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, ecc. per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, ecc.

7.1.3.2.2.7 Disarmo

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dei getti quando saranno state raggiunte le prescritte resistenze, e comunque previo accordo con la Direzione Lavori. In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi quanto stabilito dalle "Norme Tecniche per le Costruzioni" e fare riferimento alle UNI EN 13670.

Le eventuali irregolarità o sbavature, qualora ritenute tollerabili, dovranno essere asportate mediante bocciardatura ed i punti difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 0.5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento.

7.1.3.2.3 Tolleranze geometriche

Per le tolleranze geometriche delle casseforme vale quanto indicato nel rispettivo paragrafo per le tolleranze geometriche sul calcestruzzo.

7.1.3.2.4 Prove e controlli di accettazione

Per tali opere provvisorie l'Impresa porterà alla preventiva conoscenza della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.

7.1.3.3 *Oneri specifici dell'Appaltatore*

Oltre a tutti gli oneri di cui al presente capitolato speciale sono a completo carico dell'Impresa, perché compresi e compensati sia nei prezzi degli articoli relativi alla realizzazione degli interventi che nelle specifiche voci di stima, tutti gli oneri, nessuno escluso, per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, tra cui, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- provvedere alla mobilitazione di attrezzature in numero, potenza e capacità operativa tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti; le attrezzature dovranno essere altresì le più idonee alle condizioni ambientali, stratigrafiche ed idrogeologiche dei terreni interessati;
- adottare tutti gli accorgimenti necessari ad attenuare i disturbi alle persone derivanti dalle vibrazioni e dai rumori connessi alle attività in corso, e ad evitare danni a opere e manufatti preesistenti;

- adottare tutti gli accorgimenti e le opere necessarie ad effettuare i getti e la presa dei conglomerati in condizioni di stabilità e sicurezza;
- eseguire tutti i controlli e le prove prescritti dal presente Capitolato, così come quelli integrativi che a giudizio della Direzione Lavori, si rendessero necessari per garantire le qualità e le caratteristiche prestazionali previste nel progetto;
- adottare tutti i provvedimenti previsti nel piano di sicurezza e coordinamento;
- riparazione di eventuali danni causati, nonché le prestazioni di personale idoneo nel caso di necessità;
- gli oneri derivanti dalle interruzioni dei cicli di lavoro e dei fermi di cantiere conseguenti, che a titolo esemplificativo possono essere: l'adozione di interventi conservativi di preconsolidamento e precontenimento, la presenza di venute di acqua anche molto forti, guasti delle attrezzature, mancanza di energia, ecc.

7.1.4 Conglomerati cementizi semplici ed armati

7.1.4.1 *Campi di impiego*

Nel presente capitolo sono trattate tutte le componenti strutturali realizzate mediante conglomerato cementizio semplice o armato gettate in opera.

7.1.4.2 *Specifiche tecniche*

7.1.4.2.1 Normative e Raccomandazioni di riferimento

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti leggi:

- D.M. 17/01/2018: Norme Tecniche por le Costruzioni;
- UNI EN 1992-1-1;
- UNI EN 206;
- RFI Manuale di Progettazione delle Opere Civili.

7.1.4.2.2 Soggezioni geotecniche ed ambientali

Nel luogo di produzione ed in cantiere saranno installati termometri atti a misurare la minima e la massima temperatura atmosferica giornaliera.

La temperatura del conglomerato cementizio all'atto del getto dovrà essere compresa tra 5°C e 30°C; in caso contrario la posa in opera dovrà essere sospesa.

La localizzazione in ambito urbano delle aree di cantiere non deve inficiare le caratteristiche prestazionali del calcestruzzo, che dovrà comunque possedere le caratteristiche prescritte al momento della posa in opera indipendentemente dalla distanza dall'impianto di produzione e dalle difficoltà insite nell'operare in spazi ristretti.

7.1.4.2.3 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 planimetrica di progetto: ±10 mm;
- deviazione dalla verticale: ±5 mm in 3 ml, con un massimo di ±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.

7.1.4.2.4 Descrizione e modalità esecutive

7.1.4.2.4.1 Modalità di produzione

Il conglomerato cementizio potrà essere prodotto dall'Impresa esecutrice con apposite centrali di betonaggio interne o esterne al cantiere. In alternativa potrà essere approvvigionato presso idonei impianti esterni di preconfezionamento. I controlli durante la produzione saranno effettuati dal Direttore dei Lavori o, in sua assenza all'atto delle lavorazioni, dal tecnico responsabile della produzione, che assume a tale riguardo le responsabilità previste dalla Legge per il Direttore dei lavori. In questo secondo caso la relativa documentazione sarà trasmessa al Direttore dei Lavori prima della consegna del conglomerato in cantiere.

Nel seguito si parlerà, senza distinzione, di controlli effettuati dal Direttore dei Lavori con il significato sopra espresso.

7.1.4.2.4.2 Tipi e classi dei conglomerati cementizi

Ai fini delle presenti Norme Tecniche di Appalto, vengono presi in considerazione solo tipi e classi di conglomerato cementizio previsti dalla Normativa vigente.

7.1.4.2.4.3 Durabilità dei conglomerati cementizi

La norma UNI EN 206 elenca i requisiti dei calcestruzzi perché abbiano la durabilità adeguata alla classe di esposizione ambientale prevista. Tali caratteristiche riguardano il rapporto a/c, il tipo ed il dosaggio minimo del cemento.

Sul calcestruzzo indurito si effettua, come misura indiretta del rapporto a/c, la misura della resistenza caratteristica Rck poiché strettamente legata al suddetto rapporto, una volta stabilito il tipo e la classe di resistenza del cemento da utilizzare.

La durabilità del calcestruzzo si consegue, prevedendo un'opportuna lavorabilità per la posa in opera e la compattazione dei getti ed un'adeguata stagionatura. I disegni prescrivono in relazione alle caratteristiche geometriche del manufatto e della gabbia di armatura (interasse tra i ferri e copriferro) la classe di consistenza da adottare. 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.

7.1.4.2.4.4 Materiali

7.1.4.2.4.4.1 Cemento

Nelle opere in oggetto devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia in conformità alla norma europea armonizzata UNI EN 197-1 ovvero ad uno specifico ETA, purche idonei all'impiego previsto nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni aalla Legge 26 maggio 1965 n.595.

L'Impresa 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 in base alle procedure della norma UNI EN 197-2.

A cura ed a spese dell'Impresa, 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'Impresa.

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.

7.1.4.2.4.4.2 Aggregati

Per tutti i tipi di conglomerato cementizio dovranno essere impiegati esclusivamente gli aggregati conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 e per gli aggregati leggeri la norma UNI EN 13055.

La costanza delle prestazioni degli aggregati è regolamentata dalle UE 305/2011.

Dovranno essere costituiti da elementi non gelivi privi di parti friabili e polverulente o scistose, argilla e sostanze organiche; non dovranno contenere i minerali pericolosi: pirite, marcasite, pirrotina, gesso e solfati solubili (per questi ultimi si veda la tabella apposita).

A cura ed a spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI 8520 parte 4) presso un Laboratorio Ufficiale, l'assenza dei minerali indesiderati suddetti 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.

Copia della relativa documentazione dovrà essere custodita dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.

Tale esame verrà ripetuto con la frequenza indicata nella tabella A e comunque almeno una volta all'anno.

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.

Tabella 1. **Caratteristiche degli aggregati**

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	TOLLERANZA DI ACCETTABILITÀ
Gelività degli aggregati	Gelività	CNR 80 e UNI 8520 PARTE 20	Perdita di massa <4% dopo 20 cicli
Resistenza alla abrasione	Los Angeles	CNR 34 e UNI 8520 parte 19	Perdita di massa LA 30%
Compattezza degli aggregati	Degradabilità alle 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 cm^3/g 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; Potenziale attività delle miscele cemento aggregati - metodo del prisma di malta	UNI 8520 parte 22	UNI 8520 parte 22 Punto 4 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$0,15 (Dmax=32 mm) Cf$\geq$0,12 (Dmax=64 mm)

Frequenza delle prove	La frequenza sarà prescritta dalla Direzione Lavori. Comunque dovranno essere eseguite prove: prima dell'autorizzazione all'impiego; per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava; ogni 5.000 m^3 di aggregati impiegati, con un minimo di due prove.

Nella tabella A sono riepilogate alcune delle principali prove cui devono essere sottoposti gli aggregati, con l'indicazione delle norme di riferimento, delle tolleranze di accettabilità e della frequenza. Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie aventi un coefficiente di forma, determinato secondo UNI 8520 parte 18, minore di 0,15 (per un D_{max} fino a 32 mm) e minore di 0,12 (per un D_{max} fino a 64 mm).

Controlli in tal senso sono richiesti con frequenza di una prova ogni 5000 mc impiegati.

La curva granulometrica delle miscele di aggregato per conglomerato cementizio 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 permettere di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, ecc.) che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, durabilità, ecc.).

La curva granulometrica dovrà risultare costantemente compresa nel fuso granulometrico approvato dalla Direzione dei Lavori e dovrà essere verificata ogni 1000 mc di aggregati impiegati.

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

All'impianto di betonaggio gli aggregati dovranno essere suddivisi in almeno 3 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 sottoclassi in misura superiore al 15% e sovraclassi in misura superiore al 10% della pezzatura stessa.

La dimensione massima (Dmax) 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.

7.1.4.2.4.4.3 Acqua di impasto

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

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 suddetta Norma 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.

7.1.4.2.4.4.4 Additivi

L'Impresa 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 EN 934-2.

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

7.1.4.2.4.4.5 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 300 cc 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.

7.1.4.2.4.4.6 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.

Gli additivi acceleranti aumentano la velocità delle reazioni tra il legante e l'acqua e conseguentemente lo sviluppo delle resistenze dei conglomerati cementizi.

I tipi ed i dosaggi impiegati, che in ogni caso non dovranno influenzare le resistenze finali dell'impasto, dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

7.1.4.2.4.4.7 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.

7.1.4.2.4.5 Preparazione

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 precisione delle apparecchiature per il dosaggio ed i valori minimi saranno quelli del punto 9.1.2.2 del prospetto della Norma UNI 9858; dovrà essere controllato il contenuto d'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 l'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 ogni due mesi o comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori.

I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere del tipo individuale.

Le bilance per la pesatura degli aggregati possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

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 successivo paragrafo "Prova sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco".

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'Impresa.

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 produzione ed il getto del conglomerato cementizio dovranno essere sospesi nel caso che prevedibilmente la temperatura possa scendere al di sotto di 5°C, salvo diverse disposizioni che la Direzione Lavori potrà dare volta per volta, prescrivendo in tal caso le norme e gli accorgimenti cautelativi da adottare.

Per ogni autobetoniera e per ogni getto dovrà essere consegnato alla D.L. il riscontro cartaceo dell'impianto di preconfezionamento del calcestruzzo dove risultino le caratteristiche dell'impasto ed in particolare dovranno essere evidenziate:

- R_{CK} di riferimento;
- dosaggio degli aggregati;
- dosaggio del cemento;
- dosaggio dell'acqua libera;
- umidità degli inerti;
- classe di consistenza;
- additivi.

7.1.4.2.4.5.1 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 perdita della lavorabilità e di segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del conglomerato cementizio medesimo.

A tal fine si dovranno utilizzare per tutte le classi di calcestruzzo opportuni additivi superfluidificanti di nuova generazione a rilascio progressivo al fine di realizzare calcestruzzi reoplastici preconfezionati ad elevato mantenimento della lavorabilità e del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

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.

Il trasporto del calcestruzzo mediante veicoli non provvisti di dispositivo di agitazione sarà permesso solo se il tempo che intercorre tra l'impasto e la messa in opera non supera i 15 minuti. In ogni caso, in assenza di specifici additivi ritardanti, detto intervallo di tempo non dovrà superare i 45 minuti quando la temperatura media dell'aria è superiore a 25° C ed i 60 minuti quando la temperatura è inferiore a 25° C.

L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Impresa 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 apposite prove.

È facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti.

7.1.4.2.4.5.2 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'Impresa 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'Impresa 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 staggie 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 5 mm.

Eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate mediante bocciardatura e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato tipo Emaco 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'Impresa.

Quando le irregolarità siano mediamente superiori a 5 mm, la Direzione Lavori ne imporrà la regolarizzazione a totale cura e spese dell'Impresa mediante uno strato di materiali idonei che, a seconda dei casi e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori potrà essere costituito da:

- malte o betoncini reoplastici a base cementizia a ritiro compensato;

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 espansivo.

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.

È vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore; è altresì vietato lasciar cadere dall'alto il conglomerato cementizio per un'altezza superiore ad un metro; se necessario si farà uso di tubi getto o si getterà mediante pompaggio.

Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

L'Impresa 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.

Tra le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze d'aspetto e la ripresa potrà effettuarsi solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e spazzolata.

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.

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.

7.1.4.2.4.5.3 Stagionatura e disarmo

7.1.4.2.4.5.3.1 Prevenzione delle fessure da ritiro plastico

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'Impresa 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'Impresa, 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.

È 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^3.

Nel caso che sulle solette si rilevino manifestazioni di ritiro plastico con formazione di fessure di apertura superiore a 0,3 mm, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alla demolizione ed al rifacimento delle strutture danneggiate.

7.1.4.2.4.5.3.2 Disarmo e scasseratura

Durante il periodo della stagionatura i getti dovranno essere riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

La rimozione delle armature di sostegno dei getti dovrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze.

In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito nelle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore).

7.1.4.2.4.5.3.3 Protezione dopo la scasseratura

Si richiama integralmente il punto 10.6 della Norma UNI 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 permeabile, 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 9858.

7.1.4.2.4.5.4 Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari

L'Impresa avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi o sarà successivamente prescritto di volta in volta in tempo utile dalla Direzione Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature ecc. nelle solette, nervature, pilastri, murature, ecc., per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, 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'Impresa, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni di opere di spettanza dell'Impresa stessa, sia per quanto riguarda le eventuali opere di adattamento di infissi o impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte dei fornitori.

7.1.4.2.4.6 Prove e controlli di accettazione

7.1.4.2.4.6.1 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.

7.1.4.2.4.6.1.1 Prova sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di prelevare, in ogni momento e quando lo ritenga opportuno, ulteriori campioni di materiali o di conglomerato cementizio da sottoporre ad esami o prove di laboratorio.

In particolare in corso di lavorazione sarà controllata la consistenza, l'omogeneità, il contenuto d'aria, il rapporto acqua/cemento e l'acqua essudata (bleeding).

La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono di ABRAMS (slump), come disposto dalla Norma UNI 9418/89.

Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi 2 e 25 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.

La prova di omogeneità verrà eseguita vagliando ad umido due campioni di conglomerato, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadra da 4 mm. La percentuale in peso di materiale grosso nei due campioni non dovrà differire più del 10%.

Inoltre lo slump dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire più di 3 cm.

Il rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio fresco dovrà essere controllato in cantiere, secondo la Norma UNI 6393/88, almeno una volta per ogni giorno di getto.

In fase di indurimento potrà essere prescritto il controllo della resistenza a diverse epoche di maturazione, su campioni appositamente confezionati.

7.1.4.2.4.6.1.2 Prove sul conglomerato cementizio indurito

La Direzione Lavori potrà disporre la effettuazione di prove e controlli mediante prelievo di carote e/o altri sistemi anche non distruttivi quali ultrasuoni, misure di resistività, misure di pull-out con tasselli tipo Fischer o equivalenti, contenuto d'aria da aerante, ecc..

7.1.4.2.4.6.1.3 Armature per c.a.

Per le armature delle opere in C.A. si rimanda all’apposita sezione riportata nelle presenti Norme Tecniche.

7.1.4.2.4.6.1.4 Resistenza dei conglomerati cementizi

Per ciascuna determinazione in corso d'opera delle resistenze caratteristiche a compressione dei conglomerati cementizi, dovranno essere eseguite due serie di prelievi da effettuarsi in conformità al D.M. 17/01/2018.

I prelievi, eseguiti in contraddittorio con l'Impresa, verranno effettuati separatamente per ogni opera e per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio previsti negli elaborati progettuali.

Di tali operazioni, eseguite a cura e spese dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori, secondo le Norme vigenti, verranno redatti appositi verbali numerati progressivamente e controfirmati dalle parti.

I provini, contraddistinti col numero progressivo del relativo verbale di prelievo, verranno custoditi a cura e spese dell'Impresa in locali ritenuti idonei dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantire la autenticità e la corretta stagionatura. I provini dovranno essere sottoposti a prove presso Laboratori Ufficiali.

Se dalle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali sui provini della seconda serie di prelievi risultasse un valore della resistenza (Rck), non inferiore a quella prevista, tale risultanza verrà presa a base della contabilizzazione definitiva dei lavori; se, invece, risultasse un valore (Rck) inferiore di non più del 10% rispetto a quello della classe indicata negli elaborati progettuali, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una determinazione sperimentale della resistenza meccanica del conglomerato cementizio in opera e successivamente una verifica della sicurezza.

Nel caso che tale verifica dia esito positivo, il conglomerato cementizio verrà accettato, ma verrà applicata una penale.

Qualora, poi, la resistenza caratteristica risultasse minore di quella richiesta di più del 10%, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale 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 dal Progettista.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Impresa se la resistenza (Rck) risulterà maggiore a quella indicata negli elaborati progettuali.

Saranno a carico dell'Impresa tutti gli oneri relativi alle prove di Laboratorio, sia effettuate presso i laboratori della Direzione Lavori, sia presso i Laboratori Ufficiali, comprese le spese per il rilascio dei certificati.

7.1.4.2.4.6.2 Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi

L'Impresa è tenuta 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".

L'Impresa, sulla scorta delle prescrizioni contenute nei progetti esecutivi delle opere in conglomerato cementizio semplice e armato (normale e precompresso), relativamente a caratteristiche e prestazioni dei conglomerati cementizi stessi, avuto particolare riferimento a:

- resistenza caratteristica a compressione Rck;
- durabilità delle opere (UNI EN 206);
- diametro massimo dell'aggregato (UNI EN 12620);
- tipi di cemento e dosaggi minimi ammessi;
- resistenza a trazione per flessione secondo (UNI EN 12390-6:2010; UNI EN 12390-5:2009);
- modulo elastico secante a compressione (UNI EN 12390-13:2013);
- ritiro idraulico (UNI 6555);

- resistenza ai cicli di gelo-disgelo (UNI 7087);
- impermeabilità (UNI 7699).

dovrà prequalificare presso laboratori ufficiali i materiali e gli impasti ed i relativi risultati a 28gg in tempo utile prima dell'inizio dei lavori, sottoponendo all'esame della Direzione Lavori:

- i campioni dei materiali che intende impiegare, indicando provenienza, tipo e qualità dei medesimi;
- la caratterizzazione granulometrica degli aggregati;
- il tipo e il dosaggio del cemento, il rapporto acqua/cemento, lo studio della composizione granulometrica degli aggregati, il tipo e il dosaggio degli additivi che intende usare, il contenuto di aria inglobata, il valore previsto della consistenza misurata con il cono di Abrams, per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio;
- la caratteristica dell'impianto di confezionamento ed i sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
- i risultati delle prove preliminari di resistenza meccanica sui cubetti di conglomerato cementizio da eseguire con le modalità più avanti descritte;
- lo studio dei conglomerati cementizi ai fini della durabilità, eseguito secondo quanto precisato successivamente;
- i progetti delle opere provvisorie e provvisionali (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

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'Impresa, impasti di prova del calcestruzzo per la verifica dei requisiti di cui alla tabella C.

Dette prove saranno eseguite sui campioni confezionati in conformità a quanto proposto dall'Impresa ai punti a), b), c) e f).

I laboratori, il numero dei campioni e le modalità di prova saranno quelli indicati dalla Direzione Lavori; tutti gli oneri relativi saranno a carico dell'Impresa.

Caratteristiche dei materiali e composizione degli impasti, definite in sede di qualifica, non possono essere modificati in corso d'opera salvo autorizzazione scritta della Direzione Lavori. Qualora si prevedesse una variazione dei materiali, la procedura di qualifica dovrà essere ripetuta.

Qualora l'Impresa impieghi conglomerato cementizio preconfezionato pronto all'uso, le prescrizioni sulla qualificazione dei materiali, la composizione degli impasti e le modalità di prova, dovranno essere comunque rispettate.

7.1.4.2.4.6.3 Controlli a fine lavoro

Metodo di Figg per la determinazione del grado di permeabilità all'aria del conglomerato cementizio

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 consitono:

- 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;
- nº 2 cronometri.

7.1.4.2.4.6.3.1 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 stabilità sulla base di tre prove effettuate su una superficie di 1,00 m^2 e sarà assegnata quando l'80% delle determinazioni, ricadono in uno degli intervalli di tempo riportati in tabella.

TEMPO	GIUDIZIO	CATEGORIA
< 30	Scarso	0,00
30 – 100	Sufficiente	1,00
100 – 300	Discreto	2,00
300 – 1000	Buono	3,00
> 1000	Eccellente	4,00

7.1.4.2.4.6.3.2 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.

7.1.4.3 *Documentazione*

Per quanto riguarda la documentazione che l'Impresa deve fornire, si rimanda a quanto previsto nella presente sezione relativamente a:

- impianti di betonaggio;
- materiali per il confezionamento del cls;
- controlli di qualità del conglomerato fresco;
- controlli a fine lavoro.

7.1.4.4 *Oneri specifici dell'Appaltatore*

Oltre a tutti gli oneri di cui al presente capitolato speciale sono a completo carico dell'Impresa, perché compresi e compensati sia nei prezzi degli articoli relativi alla realizzazione degli interventi che nelle relative voci di stima, tutti gli oneri, nessuno escluso, per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, tra cui, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- subordinare le operazioni di getto alle indicazioni fornite dal monitoraggio in corso d'opera;
- provvedere alla mobilitazione di attrezzature in numero, potenza e capacità operativa tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti;
- le attrezzature dovranno essere altresì le più idonee alle condizioni ambientali, stratigrafiche ed idrogeologiche dei terreni interessati;
- adottare tutti gli accorgimenti necessari ad attenuare i disturbi alle persone derivanti dalle vibrazioni e dai rumori connessi alle attività in corso, e ad evitare danni a opere e manufatti preesistenti;
- eseguire tutti i controlli e le prove prescritti dal presente Capitolato, così come quelli integrativi che a giudizio della Direzione Lavori, si rendessero necessari per garantire le qualità e le caratteristiche prestazionali previste nel progetto;
- realizzare tutte le opere provvisionali che si rendesse necessario costruire per la presenza vicino all'opera di fabbricati e/o manufatti;
- adottare tutti i provvedimenti previsti nel piano di sicurezza e coordinamento;
- dotazione delle attrezzature utilizzate con sistemi di acquisizione e registrazione automatica e continua dei parametri di getto;
- riparazione di eventuali danni causati, nonché le prestazioni di personale idoneo nel caso di necessità;
- l'effettuazione di prelievi puntuali (da concordare con la D.L.), su tutta la tratta, per l'effettuazione delle analisi chimiche finalizzate alla determinazione dell'aggressività delle acque.

ART. 8. IMPERMEABILIZZAZIONI

8.1 Campi di impiego

Al fine di prevenire infiltrazioni d'acqua, saranno impermeabilizzati tutti i manufatti interrati secondo le previsioni di progetto.

8.2 Specifiche tecniche

8.2.1 Normative e Raccomandazioni di riferimento

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti norme:

- UNI 8202/6 - Membrane per impermeabilizzazione - Determinazione dello spessore;
- UNI 8202/8 - Membrane per impermeabilizzazione - Determinazione della resistenza a trazione;
- UNI 8202/11 - Membrane per impermeabilizzazione - Determinazione della resistenza al punzonamento statico;
- UNI 8202/12 - Membrane per impermeabilizzazione - Determinazione della resistenza al punzonamento dinamico;
- UNI 8202/15 - Membrane per impermeabilizzazione - Determinazione della flessibilità a freddo;

- UNI 8202/21 - Membrane per impermeabilizzazione - Determinazione della impermeabilità all'acqua;
- UNI 7092 Prove sulle materie plastiche – Determinazione della massa volumica delle materie plastiche non alveolari.

8.2.2 Descrizione e modalità esecutive

8.2.2.1 *Generalità*

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;
- 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 succitate 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 -20° e +40°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, sia durante il ritombamento delle strutture che durante i getti delle fodere interne aderenti alle paratie.

Dovranno prevedersi prove e controlli di qualità e possibili prove di efficienza.

8.2.2.2 *Impermeabilizzazione solai di fondazione*

8.2.2.2.1 Membrana

Realizzata in PVC flessibile spessore 1,6 mm ottenuta per coestrusione. Colore nero.

La sua formulazione le conferisce caratteristiche di strato di protezione delle geomembrane contro il punzonamento dinamico.

	Valori	Norme
Resistenza a trazione	≥ 10 N/mm2	UNI 8202/8
Allungamento a rottura	≥ 100%	UNI 8202/8
Punzonamento statico (supporto rigido)	classe Ps 5	UNI 8202/11

Sistema Qualità certificato secondo UNI EN ISO 9001.

In alternativa, a parità di corrispettivo, potrà essere adottata una membrana a base di FPA dello spessore di 1,5 mm ottenuta dalla coestrusione di una lega di poliolefine elastomerizzate a base polipropilenica, resistente all'attacco di organismi biologici quali funghi, batteri e spore presenti nel terreno e dall'attacco di radici (UNI 8202/24) ed avente le stesse caratteristiche di quella indicata nel caso dell'elemento di tenuta.

8.2.2.2.2 Saldature

Si dovranno prevedere saldature a doppia pista effettuate con saldatrici automatiche a controllo automatico di temperatura e velocità. Per particolari di dettaglio potrà essere utilizzato il cannello erogatore ad aria calda tipo Leister.

8.2.2.2.3 Suddivisione in settori

La suddivisione consiste nel ripartire l'impermeabilizzazione in settori indipendenti tra loro.

Le superfici di compartimentazione dovranno essere inferiori a 200 m^2.

La suddivisione in settori è realizzata mediante giunti di compartimentazione in PVC translucido saldati al manto impermeabile. Per ogni zona compartimentata andranno posizionate delle valvole di iniezione in PVC per le riparazioni; queste ultime dovranno essere in numero minimo di 5 per comparto e risultare sempre accessibili.

8.2.2.3 *Impermeabilizzazione di solai di copertura*

8.2.2.3.1 Supporto

Il supporto delle impermeabilizzazioni sarà costituito da un riporto di cls Rck 15 Mpa, ovvero di malta di calce e pozzolana, da stendere sulla superficie al rustico della copertura e livellare con regolo secondo le pendenze e gli spessori previsti in progetto.

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).

Le superfici dovranno avere una stagionatura di almeno 20 giorni ed essere asciutte.

8.2.2.3.2 Membrana

L'impermeabilizzazione sarà realizzata con una membrana impermeabilizzata bitume polimero elastoplastomerica a base di bitume distillato, plastomeri ed elastomeri e armatura in tessuto non tessuto di poliestere puro a filo continuo da min. 150 g/mq. Non è ammesso in nessun caso tessuto non tessuto realizzato da cascami o da fiocco.

La guaina dovrà soddisfare i valori e le tolleranze determinati secondo i contenuti della norma UNI 8202 ed in particolare:

- spessore 5.0 mm;
- flessibilità a freddo - 20 °C.

I teli saranno posati con sormonto di 100 mm. longitudinalmente e 150 mm. trasversalmente, saldati a fiamma di gas propano al piano di posa e quindi risvoltati verso il basso ed incollati a fiamma sulle parti verticali per una lunghezza di almeno 0.20 m. oltre l'intradosso della copertura stessa, con una protezione in lamierino piegato ancorato a parete.

L'applicazione sul massetto di pendenza sarà preceduta dalla posa di un primer bituminoso con funzione di promotore di adesione.

8.2.2.3.3 Strato di protezione

Lo strato di protezione sarà realizzato mediante cappetta, dello spessore indicato in progetto, in cls Rck 200 armato con rete elettrosaldata ϕ 5/ 15 x 15.

8.2.2.4 *Cordoli idroespansivi*

Le riprese di getto delle strutture sotto falda saranno sigillate mediante un cordolo bentonitico idroespansivo di dimensioni minime di 15 x 20 mm, composto da bentonite di sodio naturale e da gomma butilica, in grado di espandersi sino a 6 volte il suo volume iniziale senza che ciò comporti modifiche alle sue caratteristiche di tenuta, garantendo una resistenza alla tenuta idraulica non inferiore a 0,6 N/mm^2. Il giunto dovrà essere ancorato al piano di posa mediante rete presagomata a maglia romboidale fissata mediante chiodi a penetrazione graduale.

Il cordolo dovrà inoltre verificare le seguenti specifiche:

- peso specifico $\geq$ 1.5 g/cm^3;
- espansione $\geq$ 6 volte il volume iniziale;
- spinta di rigonfiamento $\geq$ 0.6 N/mm^2;

- temperatura di applicazione da –20°C a +50°C;
- cessione sostanze tossiche all'acqua nulla.

8.2.2.5 *Rivestimento per fognature*

La superficie interna dei nuovi condotti fognari in calcestruzzo dovrà essere trattata con un apposito protettivo bicomponente a base di epossicatrame, tipo PIKOLTAR SS o similare; esso dovrà possedere le seguenti caratteristiche:

- peso specifico 1,350 kg/l;
- solidi in volume 96 % (± 2 %);
- il prodotto dovrà essere applicato a spruzzo, anche in più mani, comunque fino al raggiungimento di uno spessore finito di 1000 µm.

8.2.2.6 *Sigillante per giunti strutturali*

All'interno dei giunti strutturali dovrà essere posto un sigillante plastico, tipo "HALOVAN JOINT" o similare, previa posa di un cordone comprimibile in polietilene espanso a celle chiuse da inserire nella sede del giunto quale supporto al sigillante. Le caratteristiche del sigillante dovranno essere le seguenti:

- mastice bicomponente a base di resine poliuretaniche modificate;
- peso specifico: 1,410 kg/dm^3;
- allungamento a rottura: > 500 %.
- il sigillante sarà del tipo colabile per giunti orizzontali e tixotropico per giunti verticali.

8.2.2.7 *Membrana in polietilene*

La realizzazione dei tappeti drenanti comporta la posa in opera di membrane in polietilene da 2 mm di spessore aventi le seguenti caratteristiche:

- allungamento a rottura: ≥ 450 %;
- resistenza al punzonamento dinamico su supporto rigido: PD4;
- resistenza al punzonamento statico su supporto rigido: PS5.

8.2.2.8 *Giunto tagliafuoco a tenuta d'aria*

In tutti i casi di giunti, sia orizzontali che verticali, posti in locali ove è richiesta la resistenza al fuoco di classe REI 180, unitamente alle proprietà afferenti la tenuta all'aria, sarà applicato un giunto tipo JOINT BAF 18 – REI 180 o similare.

Tale giunto sarà composto da:

- cordone in fibre minerali silico – alluminose refrattarie ed isolanti trattate con resina termoindurente e rivestite con treccia in fibra di vetro, tipo JOINTFEU o similare;
- sigillante elastomerico di prima categoria che assicura tenuta all'aria ed all'acqua, con caratteristiche di resistenza alle alte temperature, tipo JOINTFEU o similare.

Le caratteristiche del sigillante saranno le seguenti:

- durezza Shore A 16;
- peso specifico 1,24 kg/dm^3;
- allungamento a rottura 450 %;
- temperatura di applicazione 5÷35° C.

Le superfici del giunto saranno tra loro parallele, pulite, asciutte e prive di asperità; il diametro del cordone sarà sempre di circa 10 mm superiore alla larghezza del giunto affinché il cordone vi si possa inserire a pressione.

8.2.3 Prove e controlli di accettazione

Tali prove dovranno essere ripetute ad ogni richiesta della Direzione Lavori sui materiali approvvigionati in cantiere.

Il prelievo dei tasselli per l'esecuzione delle prove verrà effettuato su zone scelte a caso sui campioni inviati in laboratorio o sui materiali in cantiere.

Qualora anche una sola delle prove dia esito negativo la guaina sarà rifiutata e la partita dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

Le prove elencate necessarie alla qualificazione delle guaine, potranno essere ripetute ad ogni richiesta della Direzione Lavori sui materiali effettivamente messi in opera. Il prelievo dei tasselli per l'esecuzione delle prove verrà effettuato su zone scelte a caso sul campione inviato o ricostituito in laboratorio, o sui materiali in cantiere.

8.2.3.1 *Controlli in corso d'opera*

L'Impresa dovrà provvedere alla messa in opera delle guaine con la massima cura possibile per evitare di causare strappi, lacerazioni o comunque di rovinare in qualunque modo le impermeabilizzazioni; in tali casi l'Impresa dovrà provvedere, a propria cura e spese, a tutte le riparazioni del caso o, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, a sostituire per intero i teli impermeabilizzanti rovinati. Si richiede inoltre una particolare attenzione nella esecuzione di tutte le lavorazioni successive a quella di posa delle guaine quali la posa di armature, casserature, getto del calcestruzzo, ecc. poiché si potrebbero causare dei danni accidentali.

Le prove sui materiali dovranno essere effettuate presso laboratori qualificati a cura e spese dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori, preliminarmente su materiali approvvigionati in cantiere, prima del loro impiego; successivamente, su materiali prelevati durante il corso dei lavori, ogni volta che la Direzione Lavori lo riterrà opportuno.

La campionatura del materiale dovrà essere fatta secondo la Norma UNI 8202/Parte 1.

Dalle prove dovranno risultare soddisfatte le caratteristiche prestazionali riportate nei punti precedenti.

Qualora anche da una sola delle prove risultassero requisiti inferiori a quelli stabiliti, la partita verrà rifiutata e l'Impresa dovrà allontanarla immediatamente dal cantiere.

Nel caso di materiali già posti in opera, l'Impresa dovrà sospendere la lavorazione e procedere a sua cura e spese, alla loro rimozione ed alla sostituzione con materiali idonei.

La guaina dovrà presentarsi ben distesa, senza pieghe e parti in tensione.

La tenuta dei giunti dovrà essere verificata con aria alla pressione di 0,4 bar; l'eventuale perdita di pressione dopo 15÷20 min non dovrà superare 0,1 bar.

Le prove di tenuta dei giunti dovranno essere effettuate in ragione di almeno una prova ogni dieci giunti o frazione di dieci e ciascuna prova dovrà essere verbalizzata.

Nel caso che qualche prova dia esito negativo, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, al rifacimento delle saldature difettose, eventualmente anche con sostituzione delle guaine compromesse, mentre la Direzione Lavori potrà ordinare che vengano sottoposti a prove tutti i giunti senza che per questo l'Impresa stessa possa reclamare alcun compenso.

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

Nel caso di materiali già posti in opera, l'Impresa dovrà sospendere la lavorazione e procedere a sua cura e spese, alla loro rimozione ed alla sostituzione con materiali idonei.

8.2.3.2 *Controlli ad opera finita*

Qualora ad opera finita si dovesse verificare la presenza di infiltrazioni all'interno dei manufatti impermeabilizzati, l'Impresa a propria cura e spese dovrà provvedere ad effettuare le iniezioni di resina, o di altro prodotto impermeabilizzante ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori, all'interno della compartimentazione interessata dalla infiltrazione o, nel caso di impermeabilizzazioni non compartimentate, a provvedere comunque alla eliminazione della infiltrazione con metodi da sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori.

8.3 Documentazione

Tutte le forniture devono essere accompagnate da apposita documentazione che ne comprovi la qualità e la provenienza, nonché le risultanze delle prove svolte presso Laboratori Ufficiali (indicati dalla Direzione Lavori) che ne attestino la piena rispondenza a quanto prescritto nelle presenti Norme.

8.4 Oneri specifici dell'Appaltatore

Oltre a tutti gli oneri di cui al presente capitolato speciale sono a completo carico dell'Impresa, perché compresi e compensati sia nei prezzi degli articoli relativi alla realizzazione degli interventi che nelle specifiche voci di stima, tutti gli oneri, nessuno escluso, per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, tra cui, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- provvedere alla mobilitazione di attrezzature in numero, potenza e capacità operativa tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti; le attrezzature dovranno essere altresì le più idonee alle condizioni ambientali, stratigrafiche ed idrogeologiche dei terreni interessati;
- eseguire tutti i controlli e le prove prescritti dal presente Capitolato, così come quelli integrativi che a giudizio della Direzione Lavori, si rendessero necessari per garantire le qualità e le caratteristiche prestazionali previste nel progetto,
- adottare tutti i provvedimenti previsti nel piano di sicurezza e coordinamento.

ART. 9. MANUFATTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO, NORMALE O PRECOMPRESSO

9.1 Campi di impiego

Tutte le componenti strutturali, indicate nel progetto esecutivo come elementi prefabbricati, in conglomerato cementizio armato normale o precompresso, saranno realizzate in accordo con le presenti norme.

Con struttura prefabbricata si intende una struttura realizzata mediante l'associazione, e/o il completamento in opera, di più elementi costruiti in stabilimento o a piè d'opera.

9.2 Specifiche tecniche

9.2.1 Normative e Raccomandazioni di riferimento

Per l'accettazione, i controlli di qualità, la progettazione, l'esecuzione e il collaudo di questi manufatti, ed in particolare quelli prodotti in serie, valgono le prescrizioni contenute nelle seguenti Normative:

- D.M. 17/01/2018: Norme Tecniche por le Costruzioni;
- UNI EN 206.

9.2.2 Soggezioni geotecniche ed ambientali

Nel luogo di produzione ed in cantiere saranno installati termometri atti a misurare la minima e la massima temperatura atmosferica giornaliera.

La temperatura del conglomerato cementizio all'atto del getto dovrà essere compresa tra 5°C e 30°C, in caso contrario la posa in opera dovrà essere sospesa. Si dovrà controllare comunque che non siano congelate o innevate le superfici di fondo o di contenimento del getto.

9.2.3 Tolleranze geometriche e strutturali

9.2.3.1 *Controlli dimensionali e strutturali dei manufatti*

Questi controlli vanno eseguiti sul luogo di produzione degli elementi prefabbricati prima delle operazioni di montaggio e sono indipendenti dalle operazioni di collaudo da effettuarsi sul manufatto finito.

L'elenco dei controlli, che sarà dettagliato dalla Direzione Lavori, dovrà prevedere almeno le seguenti verifiche:

- la misura della deformata all'atto della precompressione di tutti gli elementi prodotti; andranno misurate sia l'accorciamento assiale che le controfrecce in un numero significativo di punti. Per un elemento ogni cinque questa misura andrà ripetuta dopo la tesatura e poi settimanalmente per tutta la fase di stoccaggio del pezzo;
- il controllo dimensionale rigoroso di un elemento ogni dieci prodotti.

I controlli dimensionali sono da intendersi positivi, salvo limitazioni più restrittive previste in progetto, quando vengono rispettate le seguenti tolleranze (S = scarto ammissibile):

- lunghezza delle travi: S = $\pm$ L/1000 (minimo 0,5 cm);
- dimensioni globali della sezione (altezza, larghezza delle ali, ecc.): S = $\pm$ L/200 (minimo 2 mm);
- spessore delle anime: S = $\pm$ S/100 (minimo 2 mm).

9.2.4 Descrizione e modalità esecutive

Con struttura prefabbricata si intende una struttura realizzata mediante l'associazione, e/o il completamento in opera, di più elementi costruiti in stabilimento o a piè d'opera.

I manufatti prefabbricati utilizzati e montati dall'Impresa costruttrice dovranno appartenere ad una delle due categorie di produzione previste dal citato Decreto (D.M. dei LL.PP. del 03/12/1987) e precisamente: in serie «dichiarata» o in serie «controllata».

Per serie "dichiarata" si intende la produzione in serie eseguita in stabilimento, dichiarata tale dal produttore conforme alle vigenti norme e per la quale è stato effettuato il deposito ai sensi dell'art.9 della legge del 05/01/1971 n°1086, ovvero sia stata rilasciata la certificazione di idoneità di cui agli articoli 1 e 7 della legge del 02/02/1974 n°64. Per tipologie di prodotti non rientranti nel campo di applicazione della legge del 05/11/1971 n°1086, e/o per le quali non ricorre l'applicazione degli articoli 1 e 7 della legge del 02/03/1974 n°64, il produttore dovrà parimenti provvedere al deposito degli elaborati tecnici afferenti la produzione presso il Ministero dei Lavori Pubblici - Servizio tecnico centrale.

Per serie "controllata" si intende la produzione in serie che, oltre ad avere i requisiti specificati per quella "dichiarata", sia eseguita con procedure che prevedono verifiche sperimentali su prototipo e controllo della produzione. Per i manufatti di produzione occasionale ancorché prodotti in stabilimento dovranno essere svolti tutti i controlli previsti dal D.M. del 17/01/2018 per le strutture gettate in opera.

9.2.4.1 *Controllo sulle casseforme*

Le casseforme dovranno rispondere alle seguenti tolleranze dimensionali (S = scarto ammissibile):

- lunghezza: S = ± L/1000 (minimo 0,5 mm);
- sezione (altezza, larghezza, ali): S = ± L/200 (minimo 2 mm);
- spessore anima: S = ± S/200 (minimo 2 mm).

9.2.4.2 *Posizionamento armature*

Si deve fare riferimento in generale alle norme relative sia al "conglomerato cementizio normale e armato", che alle "armature metalliche".

Le tolleranze di posizionamento dell'armatura sono:

- armature in prossimità delle superfici (con il segno + si indica una maggiore distanza dalle superfici): 0cm ≤ S ≤ + 0,5 cm;
- armature interne cui è affidata la resistenza strutturale: il maggiore tra S = ± 0,25 cm e S = ± h/100 (essendo h lo spessore in cm del calcestruzzo nella direzione dove lo scarto dell'armatura riduce la resistenza strutturale);
- armature interne costruttive: il maggiore tra S = ± 1.0cm e S = ± h/50.

Lo scarto S deve in ogni caso essere inferiore a 3 cm nel caso di armature ordinarie e di 2 cm per quelle da precompressione, fermo restando quanto detto per le armature di superficie, dove S è lo scarto tra la posizione teorica di progetto e la posizione in opera.

9.2.4.3 *Calcestruzzo*

Il calcestruzzo per il confezionamento degli elementi prefabbricati dovrà avere resistenza caratteristica di progetto e comunque non inferiore a 35 MPa.

9.2.4.4 *Esecuzione getto*

Si deve fare riferimento in generale alle norme relative al "conglomerato cementizio normale e armato".

9.2.4.5 *Stagionatura*

Si deve fare riferimento in generale alle norme relative al "conglomerato cementizio normale e armato di cui al D.M. 17.01.2018.

La maturazione accelerata dei conglomerati cementizi con trattamento termico sarà permessa nel rispetto delle norme vigenti.

9.2.4.6 *Scassero*

Prima di procedere allo scassero si dovrà verificare che il calcestruzzo abbia raggiunto la resistenza richiesta per questa operazione. Per eventuali azioni si dovrà tenere conto l'attrito della cassaforma,

azioni chimiche, azioni dinamiche, posizione dei punti di sollevamento, ecc. In mancanza di determinazioni più precise si assumerà che gli sforzi siano dovuti al peso proprio maggiorato del 30%. Tale condizione vale anche per la verifica delle condizioni di sollecitazione all'intorno del punto di sollevamento, anche per l'eventuale armatura di frettaggio.

9.2.4.7 *Stoccaggio*

I materiali dovranno essere posti a stoccaggio in maniera propria, e più precisamente:

- si dovrà evitare qualsiasi danneggiamento;
- si dovrà evitare la costante esposizione di una parte del manufatto a condizioni sistematicamente diverse della rimanente (esposizione al sole, ecc.);
- si dovrà evitare che i punti di appoggio inducano o favoriscano deformazioni lente che possano pregiudicare l'esatto posizionamento e/o una variazione dimensionale tale da pregiudicare il montaggio stesso e/o un rilassamento dei cavi di precompressione non ammissibile.

Dovranno essere comunicati preventivamente alla Direzione Lavori il tempo minimo e massimo di stoccaggio. Ciascun elemento dovrà essere marcato in maniera permanente, mediante un numero di matricola che ne permetta l'univoca identificazione.

9.2.4.8 *Posa in opera*

Nella fase di posa e regolazione degli elementi prefabbricati si devono adottare gli accorgimenti necessari per ridurre le sollecitazioni di natura dinamica conseguenti al movimento degli elementi e per evitare forti concentrazioni di sforzo.

I dispositivi di regolazione devono consentire il rispetto delle tolleranze previste nel progetto, tenendo conto sia di quelle di produzione degli elementi prefabbricati, sia di quelle di esecuzione dell'unione.

Gli eventuali dispositivi di vincolo impiegati durante la posa se lasciati definitivamente in sito non devono alterare il corretto funzionamento dell'unione realizzata e comunque generare concentrazioni di sforzo.

9.2.4.9 *Unioni e giunti*

Per «unioni» si intendono collegamenti tra parti strutturali atti alla trasmissione di sollecitazioni.

Per «giunti» si intendono spazi tra parti strutturali atti a consentire ad essi spostamenti mutui senza trasmissione di sollecitazioni.

I materiali impiegati con funzione strutturale nelle unioni devono avere, di regola, una durabilità, resistenza al fuoco e protezione, almeno uguale a quella degli elementi da collegare. Ove queste condizioni non fossero rispettate i limiti dell'intera struttura vanno definiti con riguardo all'elemento significativo più debole.

I giunti aventi superfici affacciate, devono garantire un adeguato distanziamento delle superfici medesime per consentire i movimenti prevedibili.

Il Direttore dei lavori dovrà verificare che eventuali opere di finitura non pregiudichino il libero funzionamento del giunto.

9.2.4.10 *Appoggi*

Gli appoggi devono essere tali da soddisfare le condizioni di resistenza dell'elemento appoggiato, dell'eventuale apparecchio di appoggio e del sostegno, tenendo conto delle variazioni termiche, della deformabilità delle strutture e dei fenomeni lenti. Per elementi di solaio o simili deve essere garantita una profondità dell'appoggio, a posa avvenuta, conforme agli elaborati progettuali e comunque non inferiore a 3 cm se è prevista in opera la formazione della continuità dell'unione, e non inferiore a 5 cm se definitivo. Per appoggi discontinui (nervature, denti) i valori precedenti vanno raddoppiati.

Per le travi, la profondità minima dell'appoggio definitivo deve essere conforme agli elaborati progettuali e comunque non inferiore a (8 + l/300) cm, essendo «l» la luce netta della trave in centimetri.

9.2.4.11 *Montaggio*

Nel caso di travi prefabbricate di lunghezza L, salvo più restrittive specifiche progettuali, andranno rispettati i seguenti limiti (S = scarto ammissibile):

- posizionamento appoggi nel senso longitudinale: S = $\pm$ L/2000 (minimo $\pm$ 1 cm);
- posizionamento appoggi nel senso trasversale: S $\leq \pm$ 1 cm;
- posizionamento altimetrico appoggi: assoluto S $\leq \pm$ 0,5 cm; relativo tra appoggi di uno stesso impalcato lungo un asse appoggi S $\leq \pm$ 1 mm;
- parallelismo piani di appoggio travi pulvino: S $\leq \pm$ 0,003 rad.

Qualora le travi vengano poste su appoggi provvisori per essere trasferite su quelli definitivi dopo aver effettuato i collegamenti trasversali, andranno valutate le sollecitazioni dovute alle tolleranze di posizionamento precedentemente indicate.

Nel rispetto delle vigenti norme antinfortunistiche i mezzi di sollevamento dovranno essere proporzionati per la massima prestazione prevista nel programma di montaggio; inoltre nella fase di messa in opera dell'elemento prefabbricato fino al contatto con gli appoggi, i mezzi devono avere velocità di posa commisurata con le caratteristiche del piano di appoggio e con quella dell'elemento stesso. La velocità di discesa deve essere tale da poter considerare non influenti le forze dinamiche di urto.

In presenza di getti integrativi eseguiti in opera, che concorrono alla stabilità della struttura anche nelle fasi intermedie, il programma di montaggio sarà condizionato dai tempi di maturazione richiesti per questi, secondo le prescrizioni di progetto.

L'elemento può essere svincolato dall'apparecchiatura di posa solo dopo che è stata assicurata la sua stabilità.

L'elemento deve essere stabile di fronte all'azione del:

- peso proprio;

- vento;
- azioni di successive operazioni di montaggio;
- azioni orizzontali convenzionali.

L'attrezzatura impiegata per garantire la stabilità nella fase transitoria che precede il definitivo completamento dell'opera deve essere munita di apparecchiature, ove necessarie, per consentire, in condizioni di sicurezza, le operazioni di registrazione dell'elemento (piccoli spostamenti delle tre coordinate, piccole rotazioni, ecc.) e, dopo il fissaggio definitivo degli elementi, le operazioni di recupero dell'attrezzatura stessa, senza provocare danni agli elementi stessi.

Deve essere previsto dall'Impresa un ordine di montaggio tale da evitare che si determinino strutture temporaneamente labili o instabili nel loro insieme, e se ne deve dare preventiva documentazione alla Direzione Lavori.

La corrispondenza dei manufatti al progetto sotto tutti gli aspetti rilevabili al montaggio (forme, dimensioni e relative tolleranze) sarà verificata dalla Direzione dei lavori, che escluderà l'impiego di manufatti non rispondenti.

9.2.4.12 *Trasporto*

Modalità e tempi di trasporto del manufatto dovranno essere tali da evitare danneggiamenti allo stesso.

9.2.5 Prove e controlli di accettazione

9.2.5.1 *Impianti di prefabbricazione e modalità esecutive*

Gli impianti di prefabbricazione, siano essi in stabilimento che a piè d'opera, e le modalità esecutive dovranno essere sottoposti al controllo preventivo ed approvazione della Direzione Lavori.

Tale controllo consisterà nella verifica sull'idoneità di:

- attrezzature da usare nella prefabbricazione quali: impianti di betonaggio, casseforme, piani vibranti, spazi di produzione e di stoccaggio, ecc.;
- modalità esecutive quali: tempi e modi di produzione, metodi di vibrazione, metodi di stagionatura, ecc.

9.2.5.2 *Controlli in corso d'opera*

La Direzione Lavori potrà prescrivere prove sperimentali, il cui onere spetta all'Impresa, atte a prevedere il comportamento della struttura da realizzare con tali manufatti, avuto particolare riguardo alla durata nel tempo, alla efficienza dei collegamenti, agli effetti dei fenomeni di ritiro e viscosità e dei carichi alternati o ripetuti.

Sui manufatti saranno effettuati controlli, a cura ed a spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, sulla resistenza del calcestruzzo, prelevando da ogni lotto almeno un manufatto dal quale ricavare, mediante carotaggio o taglio con sega a disco, quattro provini da sottoporre a verifica della resistenza a compressione.

Qualora la resistenza media a compressione dei quattro provini risultasse inferiore a quella richiesta e comunque non al di sotto del 90% della stessa, la partita sarà declassata del 10% del valore ed alla stessa verrà applicata una penale con le medesime modalità previste nel cap. “Conglomerati cementizi semplici e armati (normali e precompressi)”; qualora risultasse inferiore al 90% della resistenza richiesta, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

È in facoltà della Direzione Lavori sottoporre a controllo, a cura ed a spese dell'Impresa, anche altri manufatti oltre il primo, sui quali verificare anche:

- il rispetto del copriferro, previsto in un minimo di 2 cm;
- eventuali difetti superficiali e di finitura;
- la resistenza a compressione tramite prova pull out con tasselli.

9.2.5.3 *Accettazione*

Tutte le forniture di componenti strutturali prodotti in serie controllata possono essere accettate senza ulteriori controlli dei materiali, né prove di carico dei componenti isolati, se accompagnati da un certificato di origine firmato dal produttore e dal tecnico responsabile della produzione e attestante che gli elementi sono stati prodotti in serie controllata e recante in allegato copia del relativo estratto del registro di produzione e degli estremi dei certificati di verifica preventiva del laboratorio ufficiale.

Per i componenti strutturali prodotti in serie dichiarata si deve verificare che esista una dichiarazione di conformità rilasciata dal produttore.

È facoltà del D.L. prevedere prove di carico in stabilimento del singolo elemento prefabbricato per i prodotti in serie dichiarata.

La prova di carico in fase elastica si condurrà assoggettando il pezzo a n° 3 cicli di carico la cui entità e modalità di applicazione deve essere prevista dalla Direzione Lavori in modo da avere deformazioni significative, compatibilmente con le dimensioni del pezzo da provare. Questa prova andrà condotta su tre dei primi pezzi prodotti per poter eventualmente intervenire immediatamente sulla produzione.

9.3 Documentazione

Ad ogni effetto si richiamano qui espressamente gli articoli 6 e 9 della legge 5/11/1971 nº1086 relativamente all'obbligo di allegare alla relazione del Direttore dei Lavori copia del certificato d'origine dei manufatti, alle responsabilità assunte dalle Ditte produttrici con il deposito della documentazione di cui ai punti a), b), c), d), del citato art.9, nonché per quanto attinente a prelievi di materiali, prove e controlli in fase di produzione.

9.4 Oneri specifici dell’Appaltatore

Oltre a tutti gli oneri di cui al presente capitolato speciale sono a completo carico dell’Impresa perché compresi e compensati nei prezzi degli articoli relativi alla realizzazione degli interventi tutti gli oneri, nessuno escluso, per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d’arte, tra cui, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- effettuare le lavorazioni anche con soluzione di continuità;

- subordinare le operazioni di posa in opera alle indicazioni fornite dal monitoraggio in corso d'opera;
- provvedere alla mobilitazione di attrezzature in numero, potenza e capacità operativa tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti; le attrezzature dovranno essere altresì le più idonee alle condizioni ambientali, stratigrafiche ed idrogeologiche dei terreni interessati;
- adottare tutti gli accorgimenti necessari ad attenuare i disturbi alle persone derivanti dalle vibrazioni e dai rumori connessi alle attività in corso, e ad evitare danni a opere e manufatti preesistenti;
- eseguire tutti i controlli e le prove prescritti dal presente Capitolato, così come quelli integrativi che a giudizio della Direzione Lavori, si rendessero necessari per garantire le qualità e le caratteristiche prestazionali previste nel progetto;
- realizzare tutte le opere provvisionali che si rendesse necessario costruire per la presenza vicino all'opera di fabbricati e/o manufatti;
- adottare tutti i provvedimenti previsti nel piano di sicurezza e coordinamento;
- riparazione di eventuali danni causati, nonché le prestazioni di personale idoneo nel caso di necessità.

ART. 10. RIPRISTINO-ADEGUAMENTO DI ELEMENTI STRUTTURALI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

10.1 Campi di impiego

Scopo del ripristino dei conglomerati cementizi, semplici o armati, è ricreare la sagoma di progetto del manufatto, in corrispondenza dei punti interessati da demolizioni parziali, o di non perfetta rispondenza alle geometrie progettuali.

Il ripristino potrà essere eseguito, di regola, con malte cementizie premiscelate a ritiro compensato, fibrorinforzate e non, con malte predosate a due componenti a base di legami cementizi modificati con resine sintetiche, con conglomerato cementizio a stabilità volumetrica.

10.2 Specifiche tecniche

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti leggi:

- D.M. 17/01/2018: Norme Tecniche per le Costruzioni
- UNI EN 1992-1-1 :2004;
- UNI 8148.
- UNI ENV 1504-9.

10.2.1 Soggezioni geotecniche e ambientali

Nel luogo di applicazione ed in cantiere saranno installati termometri atti a misurare la minima e la massima temperatura atmosferica giornaliera.

La temperatura dei materiali da impiegare, sia cementizi che chimici, all'atto del getto dovrà essere compresa tra 5°C e 30°C; in caso contrario la posa in opera dovrà essere sospesa. La localizzazione in ambito urbano delle aree di cantiere non deve inficiare le caratteristiche prestazionali dei materiali, che dovranno comunque assumere valori almeno pari a quelli indicati nelle schede tecniche al momento della posa in opera, indipendentemente dalla distanza dell'impianto di produzione e dalle difficoltà insite nell'operare in spazi ristretti.

10.2.2 Tolleranze geometriche

Gli elementi strutturali devono essere ripristinati secondo le sagome originarie o comunque 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 ± 10 mm;
- deviazione dalla verticale: ± 5 mm in 3 m, con un massimo di ± 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 ad insindacabile giudizio della D.L. si rendessero necessarie per garantire la piena funzionalità delle strutture in caso di esecuzione non conforme alle specifiche progettuali o alle tolleranze ammesse.

10.2.3 Descrizione e modalità esecutive

10.2.3.1 *Generalità*

La realizzazione di un ripristino comporta, in quasi tutti i casi, la posa di barre di ancoraggio filettate o in acciaio tipo B450C sulla struttura esistente al fine di ottenere un migliore collegamento tra questa ed il nuovo materiale di apporto. Le barre saranno fissate alla struttura esistente, previa realizzazione dei relativi fori, con malta cementizia espansiva premiscelata di tipo reoplastico o tixotropico. Qualora fossero richieste resistenze elevate in tempi brevi si potrà fare uso, in alternativa, di resine epossidiche bicomponenti.

Indicativamente sarà sempre preferibile usare le malte a legante cementizio o prevalentemente cementizio rispetto a quelle a matrice sintetica, da usare solo quando si richiedono resistenze molto elevate in tempi brevi, per quantità limitate a spessori sottili, a causa della migliore resistenza al fuoco offerta dalle prime rispetto alle seconde. Tuttavia, anche se negli ambienti ove va effettuato il ripristino si ha certezza che il carico di incendio sia elevato, si può prevedere l'uso di resine epossidiche ma dovrà essere effettuata la verifica del dimensionamento tenendo conto degli effetti del fuoco.

Di seguito si riportano le principali miscele a base cementizia ed i relativi campi di impiego prevalenti.

Malte premiscelate reoplastiche o tixotropiche a ritiro compensato: per la placcatura a sbruffo a basso spessore (fino a 2-3cm) di strutture massicce e soggette prevalentemente a compressione (esempio tipico, pile, arconi e simili, guniti di placcature in galleria); in caso di spessori maggiori dell'applicazione rispetto ai valori sopra citati ed anche in funzione della ruvidità del supporto, occorre usare rete elettrosaldata per compensare le espansioni e generare uno stato di coesione.

Betoncini reoplastici a ritiro compensato: per ripristini di solette, getti in casseforme di dimensioni ridotte (fino a 10 cm), ottenuti per miscela di malta premiscelata reoplastica a ritiro compensato con aggregati selezionati lavati: questi ultimi nella misura del 30÷35% sul peso totale della miscela secca, malta più aggregato.

Malte premiscelate a ritiro compensato fibrorinforzate resistenti ai solfati: da usare per colaggio in cassaforma per strutture o porzioni di esse, soggette a concentrazioni di sforzi, urti, ad azione di trazione per impedire la trasmissione di fessure; (caso tipico: riparazioni di bulbi di travi in c.a.p., ricostruzione delle testate di solette in corrispondenza degli apparecchi di giunto).

Betoncini reoplastici a ritiro compensato fibrorinforzati resistenti ai solfati: ottenuti aggiungendo alla malta premiscelata fibrorinforzata a ritiro compensato degli aggregati selezionati lavati nella misura del 30÷35% sul peso totale del betoncino (malta più aggregati), da usare per i getti di formazione del piano di appoggio degli apparecchi di giunto.

Malte predosate a due componenti a base di leganti cementizi modificati con resine sintetiche **:** a basso modulo elastico, per il ripristino corticale o la rifinitura di strutture soggette a forti deformazioni per flessione e/o trazione (travi in c.a.p.) con bassi spessori di ricoprimento (intonaco protettivo) di spessore massimo 2cm , da posarsi senza rete elettrosaldata di compensazione a modello elastico normale: per il ripristino corticale di strutture a deformazione di flessione medio basse (travi ad armatura lenta, in c.a.o.) o anche per strutture precompresse di tipo medio.

Calcestruzzi reoplastici a stabilità volumetrica, da usare per incamiciature di strutture in c.a. o c.a.p., ricostruzioni di getti, ad elevata resistenza ed impermeabilità, ottenuti mediante miscelazione di uno speciale legante cementizio espansivo in luogo dei normali cementi, con gli aggregati normali del conglomerato cementizio (sabbia, ghiaia, acqua).

Infine tra i materiali speciali per i ripristini possono essere annoverati anche i conglomerati cementizi ad alta durabilità confezionati in cantiere, purché ad essi vengano conferite le caratteristiche di compensazione di ritiro con agenti espansivi che operino in fase d'indurimento della miscela (indicativamente a base di ossido di calcio). L'impiego di questi materiali, più auspicabile per gli impieghi di dimensioni non inferiori a 10 cm di spessore (salvo diversa prescrizione di lavoro), deve essere preceduto da una serie di prove di determinazione della miscela da usare.

10.2.3.2 *Modalità di impiego*

Le parti incoerenti o degradate si dovranno rimuovere fino a mettere a nudo una superficie resistente e coerente del conglomerato cementizio.

Le superfici ottenute con la demolizione delle parti degradate dovranno essere trattate prima del ripristino sia che si usino malte sintetiche che malte cementizie.

10.2.3.3 *Preparazione delle superfici da ripristinare*

Le superfici da ripristinare verranno preparate asportando con idonei procedimenti (idrodemolizione, scalpellatura meccanica e manuale) il conglomerato cementizio degradato e trattandole successivamente con sabbiatura a secco, idrosabbiatura, spazzolatura oppure con un getto di vapore d'acqua a 100 °C ad una pressione di 0,7 - 0,8 MPa, per asportare piccole parti residue in fase di distacco , l'ossido eventualmente presente sui ferri di armatura, per allontanare polveri, piccoli impurità, tracce di grassi, oli e sali aggressivi ed ottenere quindi un conglomerato cementizio sano, pulito e compatto.

Il sistema di pulizia del sottofondo verrà scelto in funzione di come il sottofondo stesso si presenta e/o della sua ubicazione nell'ambito della struttura.

10.2.3.4 *Trattamento ferri d'armatura*

I ferri d'armatura del cemento armato messi a nudo in fase di asportazione del conglomerato cementizio ammalorato dovranno essere portati a metallo quasi bianco mediante sabbiatura e, in relazione al tipo di mano d'attacco, essere trattati o meno con idonea malta cementizia anticorrosiva avente caratteristiche tali da non alterare l'aderenza della malta di ripristino al ferro trattato.

Normalmente la malta cementizia anticorrosiva è costituita da due componenti da miscelare al momento dell'impiego e più precisamente:

- liquido (A) che è una dispersione acquosa di polimeri;
- polvere (B) costituita da una miscela di leganti idraulici, polveri silicee e specifici inibitori di corrosione.

Il trattamento forma attorno ai ferri uno strato assolutamente impermeabile, fortemente adesivo che rallenta sensibilmente i processi di corrosione.

Il prodotto, da applicare a pennello in due mani, ha inoltre una reazione alcalina che costituisce efficace passivazione delle armature.

Prodotti diversi potranno essere applicati previo benestare della Direzione Lavori.

10.2.3.5 *Mano di attacco per malte di resine epossidiche o malte cementizie*

La mano di attacco sarà costituita da una sottile pellicola di resina epossidica pura, a media viscosità, composta di base più indurente compatibile con fondi umidi, in ragione di 500÷1000 g/m^2.

Le applicazioni dovranno essere fatte su supporto privo di tracce di solventi e/o di disarmanti.

Si dovrà tenere presente l'influenza della temperatura e dello stato fisico del prodotto perchè ciascuna resina epossidica ha una temperatura minima di utilizzazione, indicata dalle case produttrici, che in genere si aggira intorno ai 5°C al di sotto della quale la polimerizzazione avviene lentamente ed in modo incompleto.

La miscelazione dei due componenti dovrà essere fatta solo meccanicamente con strumenti a bassa velocità di rotazione, al fine di evitare ogni inclusione di aria.

Si procederà alla messa in opera della mano d'attacco usando pennelli o spazzole; solo quando la resina sarà divenuta pastosa per un principio di gelificazione si potrà passare alla lavorazione successiva.

10.2.3.6 *Messa in opera delle miscele di ripristino*

10.2.3.6.1 Uso di malte e betoncini premiscelati reoplastici a ritiro compensato

Le miscele reoplastiche a ritiro compensato sono fornite già premiscelate a secco, dovranno essere impastate in idonei miscelatori con il minimo quantitativo di acqua indicato dalla casa produttrice, saranno mescolate fino ad ottenere un impasto ben amalgamato e privo di grumi ma senza superare i quantitativi massimi di acqua indicati dalla stessa casa produttrice.

La temperatura ottimale di impiego delle malte reoplastiche è di circa 20°C; sono tuttavia accettabili temperature comprese tra i 10 e i 35°C. Al di fuori di tale intervallo, l'applicazione del prodotto potrà avvenire solo su autorizzazione della Direzione Lavori.

Le malte saranno armate usando rete d'acciaio elettrosaldata delle dimensioni (sezione del filo e larghezza di maglia) stabilite in progetto per compensare l'espansione della malta stessa; esse conterranno inoltre microfibre di plastica uniformemente distribuite nell'impasto al fine di contenere il ritiro plastico.

Data l'influenza del tenore d'acqua sulle proprietà delle malte, si eviterà con la massima cura che esso si modifichi durante la maturazione del getto.

Anche per questo motivo si dovrà saturare il supporto senza lasciare acqua libera all'interfaccia.

Le malte dovranno essere messe in opera senza casseforme quando lo spessore del ripristino non superi in generale 3 cm o quando ciò è espressamente previsto in progetto.

Per ripristini di maggiore spessore dovranno essere impiegate malte con l'apposizione della rete elettrosaldata fino ad un max di 5-6 cm.

Successivamente si utilizzeranno dei betoncini premiscelati a ritiro compensato con aggregati selezionati lavati di idonee pezzature (massimo 10 mm), gettati entro casseforme.

Le malte verranno messe in opera mediante sbruffatura (a cazzuola o con idonea attrezzatura di spruzzo).

Dopo un certo tempo dipendente dalle condizioni climatiche seguirà la fratazzatura.

Indicativamente la malta verrà fratazzata quando non aderisce più a mano che la tocchi leggermente (ciò al fine di evitare fessure di ritiro dovute ad eccesso d'acqua superficiale).

Nel caso d'impiego di casseforme, ove richiesto, si eviteranno quelle di legno per la loro porosità.

Le malte saranno protette dall'evaporazione con una mano di agente curing subito dopo terminata l'operazione di messa in opera; la copertura con il curing sarà tanto più rapida quanto più caldo e secco sarà il clima.

Non sarà consentito l'impiego di fogli di polietilene trasparente per impedire l'evaporazione dell'acqua in quanto questi ultimi ostacolano la dispersione del calore d'idratazione che può provocare fessure per dilatazione termica.

Circa il tipo di prodotto di curing per la manutenzione dei getti si dovrà tenere conto del fatto se la superficie debba o no ricevere ulteriori getti di finitura o di proseguimento dei lavori; in tal caso si dovrà verificare che il materiale da applicare sulla pellicola dell'agente di curing indurito sia in grado di aderirvi. In caso contrario si procederà alla asportazione dell'agente di curing con idrosabbiatura.

10.2.3.6.2 Uso di malta e betoncini premiscelati reoplastici a ritiro compensato fibrorinforzati resistenti ai solfati

Le malte a ritiro compensato fibrorinforzate sono fornite già premiscelate a secco e contengono fibre di acciaio amorfe che permettono la loro omogenea distribuzione nell'impasto, richiedono solo l'aggiunta di acqua per ottenere in betoniera una malta reoplastica fluida e non segregabile, oppure tixotropica, priva di ritiro, di elevato potere adesivo all'acciaio e al conglomerato cementizio, durevole anche in ambienti aggressivi.

La temperatura ottimale per le malte reoplastiche rinforzate è di 20°C, tuttavia sono accettabili temperature comprese tra i 5 e i 35°C.

Nel caso in cui la temperatura dell'ambiente sia molto bassa (5 – 10 °C) lo sviluppo della resistenza meccanica è più lento.

Qualora si richieda ugualmente una elevata resistenza meccanica alle brevi stagionature, si devono adottare i seguenti provvedimenti:

- conservare il prodotto in ambiente riparato dal freddo;
- impiegare acqua calda (35 – 50 °C) per l'impasto;
- iniziare i getti nella mattinata;
- proteggere dall'ambiente freddo il getto coprendolo con teli impermeabili.

Se la temperatura dell'ambiente è molto elevata (30 °C) l'unico problema esistente è la perdita di lavorabilità.

Qualora la perdita di lavorabilità sia eccessiva in relazione allo specifico tipo di impiego si consiglia di adottare i seguenti provvedimenti:

- conservare il prodotto in luogo fresco;
- impiegare acqua fresca;
- preparare la malta nelle ore meno calde della giornata.

Nei climi caldi asciutti e ventilati si raccomanda di porre particolare attenzione alla stagionatura applicando una pellicola di prodotto antievaporante sulla parte di malta esposta all'aria, subito dopo la rifinitura della superficie.

Queste malte non devono essere sensibili alle vibrazioni in fase di presa, per poter essere impiegate in presenza di traffico.

Per spessori di ripristino superiori a 5-6 cm dovranno essere impiegati betoncini a ritiro compensato fibrorinforzati resistenti ai solfati con aggregati selezionati lavati di idonee pezzature (massimo 10 mm) gettati entro casseforme.

10.2.3.6.3 Uso di malte predosate a due componenti a base di leganti cementizi modificati con resine sintetiche

Le malte cementizie predosate a due componenti sono fornite complete di parte liquida (A) e polvere (B) che vanno miscelati tra di loro all'atto dell'impiego senza aggiungere acqua od altri ingredienti, escludendo quindi la possibilità di errori sul cantiere con assoluta certezza e costanza dei risultati.

La miscelazione dei due componenti dovrà essere protratta fino ad ottenere un impasto ben amalgamato privo di grumi.

I diversi tipi di malte cementizie predosate a due componenti si differenziano per il loro modulo elastico e precisamente:

- a basso modulo elastico (≤ 16.000 MPa);
- a modulo elastico normale (tra 20.000 e 23.000 MPa).

La temperatura ottimale d'impiego per malte cementizie predosate a due componenti è di 20 °C; tuttavia sono accettabili temperature comprese tra 5 e i 35°C.

Fuori da tali intervalli l'applicazione del prodotto potrà avvenire solo su autorizzazione della Direzione Lavori e con l'adozione di particolari accorgimenti indicati dal produttore.

Le malte potranno essere messe in opera anche senza cassaforma quando lo spessore del ripristino non supera i 3 cm o quando ciò è espressamente previsto dal progetto.

Il sottofondo dovrà essere saturato con acqua fino a rifiuto, applicando la malta a strati successivi, nello spessore indicato dalle schede tecniche della casa produttrice, direttamente con rinzaffo a cazzuola o con idonea attrezzatura a spruzzo, oppure con fratazzo metallico esercitando una buona pressione e compattazione sul sottofondo.

La rifinitura superficiale potrà essere ottenuta con fratazzo di spugna da passare alcuni minuti dopo l'applicazione, oppure con lisciatura a spatola metallica o dorso di cazzuola.

È assolutamente necessario mantenere umida la superficie della malta dopo l'applicazione e per alcune ore impiegando acqua nebulizzata oppure con specifico antievaporante da applicarsi a spruzzo.

L'antievaporante potrà essere impiegato solo quando non sono previsti rivestimenti successivi oppure si dovrà accertare se il successivo rivestimento sia in grado di aderire all'agente curing. In caso contrario, a stagionatura avvenuta si procederà alla asportazione dell'agente di curing con idrosabbiatura.

Quanto sopra per evitare la formazione di fessure dovute alla immediata evaporazione del liquido d'impasto sotto l'azione del sole e del vento.
La verniciatura delle strutture ripristinate potrà essere eseguita dopo 28 giorni dall'esecuzione dei ripristini stessi e comunque è in funzione delle condizioni ambientali.

10.2.3.6.4 Uso di conglomerati cementizi reoplastici a stabilità volumetrica e ritiro compensato

Il conglomerato cementizio a stabilità volumetrica è ottenuto miscelando in un normale mescolatore aggregati da conglomerato cementizio con uno speciale legante cementizio espansivo in luogo del normale cemento.

Si ottengono in tal modo conglomerati cementizi ad elevata resistenza meccanica, a stabilità volumetrica, fluidi e non segregabili, con basso rapporto acqua –cemento.

È assolutamente necessario curare la stagionatura mantenendo umida la superficie dei getti per almeno due giorni dopo il disarmo. In ambienti molto asciutti e caldi la superficie dovrà essere mantenuta umida per almeno tre giorni e dovrà essere applicato a spruzzo un idoneo agente curing.

10.2.3.6.5 Uso di malte di resina epossidica

Nel caso in cui il ripristino venga eseguito interamente con malta di resina epossidica, si aggiungerà, a giudizio della Direzione Lavori, alla prima mano di attacco uno strato di 2-3 mm della stessa resina mista a filler.

Quando questa seconda mano avrà raggiunto consistenza plastica, si potrà mettere in opera la malta di resina epossidica.

Per preparare la malta si mescolano i due componenti della resina con le stesse precauzioni precedentemente descritte con la mano di attacco.

In seguito si introdurranno resina ed aggregati nel miscelatore e si mescolerà fino ad ottenere un impasto omogeneo.

Potranno anche essere accettati, a giudizio della direzione lavori, prodotti premiscelati, per esempio di resina ed aggregati, a cui è sufficiente aggiungere il solo induritore.

Gli aggregati saranno costituiti preferibilmente da sabbia calcarea di granulometria continua, asciutta e conservata al riparo dall'acqua, la sabbia calcarea è preferibile alla silicea per questi lavori in quanto conferisce alla malta un coefficiente di dilatazione termica più vicino a quello del conglomerato cementizio tradizionale.

La pezzatura massima degli aggregati sarà proporzionale alla dimensione del ripristino, in ogni caso non supererà i 5 mm.

La messa in opera avverrà con spatole entro il tempo di pot – life e si avrà cura di evitare ogni vibrazione del materiale una volta posto in opera.

10.2.3.7 *Conglomerati cementizi a ritiro compensato, ad alta durabilità, confezionati in cantiere*

I conglomerati cementizi normalizzati nelle presenti norme possono divenire conglomerati cementizi per ripristino ad impiego speciale se si opera, oltre che con i super fluidificanti, anche con gli espansivi.

L'impiego in manutenzione potrà avvenire solo se espressamente previsto nel progetto e previa presentazione della Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, della composizione delle miscele che intende adottare, basata sulle specifiche del richiamato articolo e delle indicazioni di progetto, ogni composizione dovrà essere corredata da una documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricevuto la ricetta ottimale.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di far eseguire nuove ricerche.

L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati cementizi in opera.

Una volta accettata dalla Direzione Lavori la composizione proposta, l'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami periodici commisurati alle quantità di materiale prodotto, in ragione di una serie di prove ogni 30 m^3 di materiale messo in opera.

Requisiti delle miscele

Malte, betoncini e conglomerati cementizi impiegati nel ripristino di elementi strutturali in c.a. e c.a.p. dovranno avere le caratteristiche minime sotto riportate:

- espansione contrastata secondo UNI 8147 a 1g superiore di 300 micron partendo da campione in confezione originale stoccata in ambiente asciutto;
- bleeding secondo Uni 8998;
- profondità media di penetrazione all'acqua ISO EN 7031-94 inferiore a 5 mm;
- resistenza ai solfati dopo 15 cicli su draft ENV 104-840-3: nessun degrado.

Caratteristiche delle fibre di metallo amorfo:

- Larghezza 1,6mm, lunghezza 30 mm, spessore 0,029 mm e dovranno avere assenza di dissoluzione o ossidazione dopo 24 ore in acido cloridrico 0,1 N a 30°C.

Inoltre di seguito indichiamo alcune delle caratteristiche minime delle miscele.

Per malte reoplastiche premiscelate a ritiro compensato:

- resistenza a compressione 28 gg 55 MPa;
- resistenza a flessione 8 MPa;
- adesione al conglomerato cement. 5 MPa (secondo il metodo cunei – Autostrade);
- modulo elastico a 28 gg 27.000 MPa.

Per betoncini reoplastici a ritiro compensato:

- resistenza a compressione 28gg 60 MPa;
- resistenza a flessione 6 MPa;
- modulo elastico a 28gg 30.000 MPa.

Per malte premiscelate reoplastiche fibrorinforzate con fibre metalliche a consistenza fluida:

- resistenza a compressione 7gg 50 MPa;
- resistenza a flessione a 7gg 6 MPa;
- resistenza a compressione a 28gg 55 MPa;
- resistenza a flessione a 28gg 6 MPa;
- adesione al conglomerato cement. a 28gg 5 MPa;
- modulo elastico a 28gg 27000 MPa.

Per malte polimero modificate predosate a due componenti a base di leganti cementizi:

- resistenza a compressione a 28gg 50 MPa;
- resistenza a flessione a 28gg 6 MPa;
- adesione al conglomerato cement. a 28gg 3 MPa;
- modulo elastico a 28gg 20.000 MPa.

Per conglomerati cementizi reoplastici a stabilità volumetrica e ritiro compensato:

- classe R_{cK} > 40 MPa;
- resistenza a compressione 1gg 15 MPa;
- resistenza a compressione a 3gg 25-30 MPa;
- classe R_{cK} > 50 MPa;
- resistenza a compressione 1gg 20 MPa;
- resistenza a compressione a 3gg 30-35 MPa.

Per malte di resina epossidica:

- Resistenza a compressione 3gg 40 MPa;
- Resistenza a compressione a 28gg 60 MPa;
- Resistenza a flessione a 3gg 9 MPa;
- Resistenza a flessione a 28gg 25 MPa;
- Adesione al conglomerato cement. a 3gg 2 MPa;
- Adesione al conglomerato cement. a 28gg 3 MPa.

Resistenze conseguenti alle classi di appartenenza secondo le norme relative a “Conglomerati cementizi semplici e armati (normali e precompressi)”.

10.2.4 Prove e controlli

I materiali dovranno essere sottoposti a prove prima dell’impiego per la verifica della loro rispondenza ai requisiti di cui al precedente paragrafo “Requisiti delle miscele”.

Successivamente, in corso d’opera, le prove dovranno essere ripetute con la frequenza richiesta dalla Direzione Lavori; qualora dalle prove eseguite risultassero valori inferiori di non più del 10% rispetto a quelli richiesti, la Direzione Lavori, d’intesa con il progettista, effettuerà una determinazione

sperimentale della resistenza meccanica del conglomerato cementizio in opera e successivamente una verifica della sicurezza.

Nel caso che tale verifica dia esito positivo il materiale verrà accettato ma verrà applicata una penale. Qualora i valori risultassero minori di oltre il 10% rispetto a quelli richiesti, l'Impresa sarà tenuta a sua totale cura e spese alla rimozione dei materiali già posti in opera.

Le superfici ripristinate dovranno essere controllate a campione: almeno il 5% per superfici estese e almeno 10% per superfici limitate, per ogni elemento strutturale, mediante bagnatura per verificare l'eventuale presenza di microfessure. In caso si evidenziassero microfessure occorrerà estendere il controllo all'intera superficie riparata per la quale, se l'incidenza dell'area fessurata risulterà maggiore del 20%, l'Impresa dovrà procedere, a sua cura e spese, alla rasatura con malte bicomponenti a base di leganti cementizi modificati con resine sintetiche ed a basso modulo elastico e alla protezione, di tipologia da concordare con la Direzione Lavori, in accordo con il Progettista.

La verifica di ottenimento dell'adesione in opera si otterrà con il controllo al martello, con campionamento secondo il criterio indicato per le microfessure.

Le superfici risonanti a vuoto verranno verificate in contraddittorio e su di esse verrà applicata una penale, salvo richiesta della Direzione Lavori di far effettuare, a cura e spese dell'Impresa, le asportazioni ed il rifacimento del ripristino delle superfici risonanti.

Qualora sussistano contemporaneamente due o più difetti sulla stessa superficie sarà richiesta dalla Direzione Lavori la rimozione dei ripristini mal eseguiti.

Si dovrà inoltre prevedere inoltre:

- test inarcamento/imbarcamento;
- Oring-Test.

10.3 Norme di contabilizzazione

Le lavorazioni afferenti alla presente scheda sono state computate ed inserite nel compenso a corpo, e quindi non sono soggette a contabilità a misura.

10.4 Oneri specifici dell'Appaltatore

Oltre a tutti gli oneri di cui al presente capitolato speciale sono a completo carico dell'Impresa perché compresi e compensati nei prezzi degli articoli relativi alla realizzazione dei diaframmi tutti gli oneri, nessuno escluso, per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, tra cui, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- effettuare le lavorazioni anche con soluzione di continuità;
- provvedere alla mobilitazione di attrezzature in numero, potenza e capacità operativa tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti; le attrezzature dovranno essere altresì le più idonee alle condizioni ambientali, stratigrafiche ed idrogeologiche dei terreni interessati;

- adottare tutti gli accorgimenti necessari ad attenuare i disturbi alle persone derivanti dalle vibrazioni e dai rumori connessi alle attività in corso, e ad evitare danni a opere e manufatti preesistenti;
- provvedere all'immediato trasporto a rifiuto di tutti i materiali di risulta provenienti dagli scavi e dalle lavorazioni comunque connesse con l'attività in questione;
- eseguire tutti i controlli e le prove prescritti dal presente Capitolato, così come quelli integrativi che a giudizio della Direzione Lavori, si rendessero necessari per garantire le qualità e le caratteristiche prestazionali previste nel progetto;
- adottare tutti i provvedimenti previsti nel piano di sicurezza e coordinamento;
- effettuare demolizioni e rifacimenti, di qualunque entità, comunque occorrenti per il rispetto delle tolleranze e prescrizioni progettuali.

ART. 11. ANCORAGGI SU CALCESTRUZZO INDURITO

11.1 Campi di impiego

Si prevede la esecuzione di ancoraggi di barre per il ripristino strutturale di elementi in calcestruzzo armato o per il fissaggio di strutture metalliche ad opere in calcestruzzo. In particolare, gli ancoraggi meccanici pesanti, tipo Hilti HSL – TZ M12/25 o equivalente, sono idonei per il fissaggio di carichi pesanti e dinamici mentre gli ancoraggi meccanici medi, tipo Hilti HSA standard M6/8/10/12/16/20 o equivalenti, sono idonei per tutte le applicazioni nelle zone compresse del calcestruzzo.

11.2 Specifiche tecniche

11.2.1 Normative e Raccomandazioni di riferimento

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti leggi:

- D.M. 17/01/2018: Norme Tecniche por le Costruzioni;
- Certificato di accettazione ETA – 99/0001.

11.2.2 Soggezioni geotecniche e ambientali

Nel luogo di applicazione ed in cantiere saranno installati termometri atti a misurare la minima e la massima temperatura atmosferica giornaliera.

La temperatura dei materiali da impiegare, sia cementizi che chimici, all'atto del getto dovrà essere compresa tra 5°C e 30°C; in caso contrario la posa in opera dovrà essere sospesa. La localizzazione in ambito urbano delle aree di cantiere non deve inficiare le caratteristiche prestazionali dei materiali, che dovranno comunque assumere valori almeno pari a quelli indicati nelle schede tecniche al momento della posa in opera, indipendentemente dalla distanza dell''impianto di produzione e dalle difficoltà insite nell'operare in spazi ristretti.

11.2.3 Tolleranze geometriche

Gli elementi strutturali devono essere ripristinati secondo le sagome originarie o comunque 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 ± 10 mm;
- deviazione dalla verticale: ± 5 mm in 3 ml, con un massimo di ± 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 ad insindacabile giudizio della D.L. si rendessero necessarie per garantire la piena funzionalità delle strutture in caso di esecuzione non conforme alle specifiche progettuali o alle tolleranze ammesse.

11.2.4 Descrizione e modalità esecutive

11.2.4.1 *Generalità*

Gli ancoraggi su calcestruzzo indurito possono essere suddivisi, secondo i materiali che è necessario ancorare e le prestazioni richieste, nelle seguenti categorie:

- ancoraggi meccanici;
- ancoraggi chimici;
- ancoraggi con malte cementizie.

L'Impresa, prima della messa in opera di qualunque tipo di ancoraggio, dovrà presentare alla Direzione Lavori le schede tecniche dei prodotti che intende adottare, unitamente ai calcoli statici degli ancoraggi stessi ove siano indicate le condizioni di posa con riferimento alle condizioni del supporto, alla presenza di umidità, ecc. Nella relazione di calcolo degli ancoraggi dovrà essere compresa anche la eventuale verifica di resistenza al fuoco se gli ancoraggi assolvano ad una funzione definitiva.

11.2.4.2 *Ancoraggi meccanici*

Questo tipo di ancoraggi viene adoperato in prevalenza per il fissaggio di strutture metalliche o di apparecchiature a strutture in calcestruzzo. Essi sono costituiti da tasselli metallici composti da un canotto esterno, destinato all'espansione all'interno del foro predisposto sulla struttura in calcestruzzo, e da un gambo filettato sul quale viene imbullonato l'elemento da fissare. A seguito dell'espansione del canotto esterno, l'ancoraggio può avvenire per attrito o per forma. Nel primo caso, il carico di trazione viene trasmesso al materiale base per mezzo della forza di attrito che viene prodotta dall'espansione del canotto ancorante. Nel secondo caso, a seguito del serraggio, vi è una deformazione locale permanente del materiale base che fa sì che il tassello soggetto a trazione impegni un'area più ampia di materiale base e ciò comporta una maggiore portanza del tassello. Si tratta di ancoraggi di uso piuttosto semplice e di buona portata, variabile secondo la tipologia di funzionamento dell'elemento ancorante. Nella loro posa in opera è essenziale rispettare le prescrizioni della casa costruttrice sia per quanto attiene le distanze del centro del foro dai bordi in relazione alla profondità di fissaggio, sia la coppia di serraggio del tassello che non deve essere mai superata. Inoltre è

indispensabile sapere, all'atto della scelta del tipo di ancorante, se esso andrà posizionato su calcestruzzo fessurato o meno, stante l'influenza che la fessurazione del calcestruzzo ha sulla capacità portante del tassello. In ogni caso l'Impresa dovrà attenersi scrupolosamente alle istruzioni della Casa produttrice.

Nel seguito si danno le specifiche di due tipi di ancoraggi meccanici, di tipo pesante e di tipo standard.

11.2.4.2.1 Tipologie

Ancorante metallico tipo Hilti HSL-TZ M12/25 o equivalente, pesante, idoneo per calcestruzzi nelle zone compresse e tese (TZ), in acciaio classe 8.8 galvanizzato, spessore 5 micron.

Ancorante metallico tipo Hilti HSA standard o equivalente, medio, per fissaggi passanti per carpenteria metallica, profili, binari ecc., con filettatura esterna, in acciaio 8.8 galvanizzato spessore 5 micron.

11.2.4.2.1.1 Caratteristiche tecniche dell'ancoraggio tipo Hilti HSL-TZ M12/25

Le caratteristiche tecniche dell'ancoraggio sono:

- fissaggio di carichi pesanti (colonne, macchinari, impianti);
- sezione di plastica integrata;
- resistente al fuoco;
- diametro foro 18 mm;
- lunghezza tassello 130 mm;
- profondità foro 105 mm;
- spessore max fissabile 25 mm;
- diametro foro passante (piastra) 20 mm;
- misura chiave AF 19 mm;
- Nrec (kN) 168;
- Vrec (kN) 22.6;
- Max coppia di serraggio Tinst (Nm) 80.

11.2.4.2.1.1.1 Resistenza al fuoco

Resistenza al fuoco per ancoraggio (IBMB test report n. 3027/0274-5[1]) misura M12 carico massimo (kN) per durata specifica di resistenza al fuoco (min.): F30 (10.00); F60 (3.50); F90 (2.00); F120 (1.20) e misura M24 carico massimo (kN) per durata specifica di resistenza al fuoco (min.): F30 (45.50); F60 (21.00); F90 (12.00); F120 (8.00). Sottoposti a prova secondo la curva standard della temperatura ISO 834.

[1] Valutazione e prestazione accertata da Warrington Fire Research Centre sulla base della BS 476 (Rapporto WFRC n. 81756)

11.2.4.2.1.1.2 Montaggio

Nel montaggio dell'ancorante quando la coppia di serraggio massima viene raggiunta il dado rosso si stacca permettendo un controllo visivo della corretta posa.

L'installazione dei tasselli dovrà essere eseguita nel rispetto delle prescrizioni della Casa produttrice, con le tolleranze di posizionamento prescritte.

11.2.4.2.1.2 Caratteristiche tecniche dell'ancoraggio tipo Hilti HSA M6/8/10/12/16/20

Le caratteristiche tecniche degli ancoraggi sono:

- fissaggi passanti per elementi già installati;
- diverse lunghezze per vari spessori;
- filetto lungo per applicazioni speciali;
- provvisto di due marcature per il riscontro dell'ancoraggio (certificazione ETA);
- dadi e rondelle premontate;
- diametro foro mm 6/8/10/12/16/20;
- lunghezza ancoraggio variabile da 50 mm a 170 mm;
- marcatura testa variabile;
- spessore max flessibile standard tfix variabile;
- spessore max flessibile ridotto tfix variabile;
- resistenza al fuoco per ancoraggio (IBMB test).

11.2.4.2.1.2.1 Resistenza al fuoco

L'ancoraggio può essere utilizzato qualora sia richiesta la resistenza al fuoco per la versione galvanizzata ed in acciaio inox (approvazione da parte IBMB Germany).

11.2.4.2.1.2.2 Dati tecnici

Di seguito si riportano i dati tecnici, per ancoraggi standard, estratti dai certificati ETA (ETA 99/0001) con utilizzo di cls non fessurato grado C20/25 fattore parziale di sicurezza Y_F= 1,4:

		M6	M8	M10	M12	M16	M20
carico raccomandato (Frec)	KN	2	4	4	7	13.9	19.8
interasse raccomandato(s)	mm	200	240	270	380	455	555
distanza dai bordi raccomandata	mm	100	120	135	190	230	280
spessore min. materiale base (h min.)	mm	100	100	100	140	170	210
profondità foro (h1)	mm	55	65	70	95	115	130
misura chiave (SW)	mm	10	13	17	19	24	30
coppia di serraggio (Tinst)	Nm	5	15	30	50	100	200
Interasse minima (Smin)	mm	40	50	55	75	90	105
Distanza min. bordi	mm	50	60	65	90	105	125

L'installazione dei tasselli dovrà essere eseguita nel rispetto delle prescrizioni del fabbricante, con le tolleranze di posizionamento prescritte.

11.2.4.3 *Ancoraggi chimici*

Gli ancoraggi chimici sono realizzati ponendo della resina all'interno del foro predisposto sul supporto ove si prevede l'ancoraggio, per iniezione, per colaggio o con delle cartucce monodose, ed inserendo immediatamente dopo una barra filettata sulla quale viene imbullonato l'elemento da fissare; il rifluimento della resina alla bocca del foro all'atto dell'infilaggio della barra garantisce il completo rivestimento di questa da parte dell'adesivo. Qualora l'ancoraggio sia destinato ad attività di ripristino strutturale la barra filettata può essere sostituita da una barra di acciaio Fe B 44k ad aderenza migliorata. Nel caso presente l'ancoraggio avviene in virtù di un duplice meccanismo; infatti si viene a creare, innanzitutto, un forte legame di adesione chimica tra barra e resina e tra questa e le pareti del foro. Inoltre, poiché la resina penetra nei pori del materiale base, dopo l'indurimento si innesca anche un meccanismo di tenuta per forma. Questo tipo di ancoraggi viene scelto quando vi è la necessità di raggiungere resistenze elevate in tempi brevi, con interassi e distanze dai bordi ridotte ed inoltre la lunghezza di ancoraggio deve essere contenuta.

Questo tecnologia dà luogo ad ancoraggi con elevata capacità di carico ottenibili in tempi molto rapidi, tuttavia la loro efficacia è fortemente affetta dalle condizioni di applicazione; infatti è necessario che prima della posa della resina la parete del foro sia perfettamente pulita poiché la polvere generata dalla perforazione potrebbe compromettere l'adesione della resina stessa alla superficie di contatto. Inoltre, se l'ancoraggio viene eseguito in presenza d'acqua, è necessario ricorrere a resine formulate espressamente per tale condizione. Le barre dovranno essere perfettamente pulite e prive di tracce di oli, grassi e polveri che inibirebbero l'adesione della resina.

Uno dei maggiori limiti di questa tipologia di fissaggio è costituito dalla scarsa resistenza al fuoco offerta dalle resine. Pertanto là dove richiesta una resistenza al fuoco REI 120 si dovrà prevedere un sistema di fissaggio diverso (vedi § successivo). Per quanto attiene le caratteristiche delle resine, stante la notevole varietà di tipi disponibili sul mercato, si conferma la necessità della preventiva approvazione, da parte della Direzione Lavori, delle tipologie proposte dall'Impresa previa presentazione delle schede tecniche dei materiali.

Le tipologie più diffuse di resine sono le seguenti:

- resina epossidica;
- resina poliestere;
- resina epossiacrilica;
- resina uretano metacrilatica.

11.2.4.4 *Ancoraggi con malte cementizie*

Questo tipo di ancoraggio viene preferito nel caso di ripristini strutturali di opere in calcestruzzo per la migliore compatibilità di queste malte con i supporti in calcestruzzo; inoltre tali ancoraggi non risentono della presenza di umidità che, anzi, migliora le caratteristiche di resistenza finale delle malte ed infine offrono ottime garanzie di resistenza al fuoco, contrariamente alle resine, e per tale ragione esso dovrà essere sempre preferito nei casi di ripristini strutturali.

La loro posa in opera può essere effettuata per colatura, nel caso delle malte reoplastiche, oppure con spatola per prodotti tixotropici. Prima della posa della malta è necessario provvedere alla pulizia del foro dalla polvere che può compromettere l'adesione della malta stessa alla parete del foro e saturare il supporto con acqua.

Per quanto attiene le caratteristiche delle malte si rimanda al ART. 10 – "RIPRISTINO – ADEGUAMENTO DI ELEMENTI STRUTTURALI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO" del presente Capitolato.

11.3 Oneri specifici dell'Appaltatore

Oltre a tutti gli oneri di cui al presente capitolato speciale sono a completo carico dell'Impresa perché compresi e compensati nei prezzi degli articoli relativi alla realizzazione dei diaframmi tutti gli oneri, nessuno escluso, per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, tra cui, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- effettuare le lavorazioni anche con soluzione di continuità;
- provvedere alla mobilitazione di attrezzature in numero, potenza e capacità operativa tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti; le attrezzature dovranno essere altresì le più idonee alle condizioni ambientali, stratigrafiche ed idrogeologiche dei terreni interessati;
- adottare tutti gli accorgimenti necessari ad attenuare i disturbi alle persone derivanti dalle vibrazioni e dai rumori connessi alle attività in corso, e ad evitare danni a opere e manufatti preesistenti;
- provvedere all'immediato trasporto a rifiuto di tutti i materiali di risulta provenienti dagli scavi e dalle lavorazioni comunque connesse con l'attività in questione;
- eseguire tutti i controlli e le prove prescritti dal presente Capitolato, così come quelli integrativi che a giudizio della Direzione Lavori, si rendessero necessari per garantire le qualità e le caratteristiche prestazionali previste nel progetto;
- adottare tutti i provvedimenti previsti nel piano di sicurezza e coordinamento;
- effettuare demolizioni e rifacimenti, di qualunque entità, comunque occorrenti per il rispetto delle tolleranze e prescrizioni progettuali;
- provvedere, a propria cura e spese, alla rimozione ed al successivo montaggio di ogni ancoraggio che non risulti conforme alle prescrizioni di progetto ed a quelle della Casa produttrice;
- rispondere degli eventuali danni che dovessero derivare ai manufatti finiti, durante la messa in opera e fino al collaudo finale, per cause riconducibili all'errato montaggio degli ancoraggi di qualunque tipo.

ART. 12. PALI IN CEMENTO ARMATO

12.1 Campi di impiego

Si prevede l'utilizzo di pali in c.a., eventualmente vincolati da puntoni provvisori e travi di collegamento, come strutture di sostegno e/o fondazione, provvisorie o definitive.

12.2 Specifiche tecniche

12.2.1 Normative e Raccomandazioni di riferimento

I lavori dovranno essere eseguiti in accordo alla Nornativa vigente, ed in particolare alle seguenti norme e raccomandazioni (elenco indicativo e non esaustivo):

- D.M. 17/01/2018: Norme Tecniche por le Costruzioni;
- UNI EN 206;
- Raccomandazioni A.G.I. sui pali di fondazione.

12.2.2 Soggezioni geotecniche e ambientali

Nell'esecuzione dei pali si deve tenere sempre presente che si opera in ambito urbano in vicinanza degli edifici ed in prossimità delle loro fondazioni e, nel caso particolare in vicinanza dell'adiacente campo ferroviario possibilmente in esercizio. Si deve altresì tenere presente che si opera in presenza di condotti di fognatura e di altri sottoservizi ed occorre quindi che l'Appaltatore presti la massima attenzione per garantire la piena funzionalità di detti servizi; sarà onere dell'Appaltatore vigilare sulla funzionalità della rete per tutta la durata dei lavori ed in particolare nel corso dell'esecuzione delle opere provvisionali. Pertanto, preliminarmente ad ogni operazione di trivellazione l'Impresa avrà cura di accertare se l'area di lavoro sia attraversata da pubblici servizi o manufatti (ambienti) sotterranei. A tale scopo, prima della esecuzione dei pali, l'Appaltatore a propria cura e spese dovrà realizzare, lungo il perimetro della palificata, i cavi di indagine, da realizzarsi a mano o con mezzo meccanico, al fine di verificare l'effettiva assenza di interferenze con eventuali sottoservizi.

La posizione ed ogni altra indicazione riguardante i principali servizi esistenti nel sottosuolo, risultano dai disegni di progetto, basati sulle segnalazioni delle Aziende che gestiscono i servizi stessi e su specifiche indagini. Gli allacciamenti alle fognature degli scarichi, così come gli allacciamenti di acqua, gas, telefono, elettricità, dovranno essere sempre mantenuti in regolare funzionamento in qualsiasi fase dei lavori, anche attraverso collegamenti provvisori richiesti dalle Aziende competenti.

Dopo l'accertamento sulla consistenza dei sottoservizi e la loro eventuale deviazione, i suddetti scavi di indagine dovranno essere ricolmati, a cura e spese dell'Appaltatore, con un conglomerato cementizio appositamente formulato per i riempimenti e solo allora potrà essere consentito l'avvio delle attività di trivellazione che pertanto potranno avvenire dal piano di campagna.

I materiali che vengono introdotti nel terreno dovranno avere caratteristiche non inquinanti e comunque non nocive, anche a tempi lunghi ed in presenza di acqua sia di infiltrazione che di falda.

La localizzazione in ambito urbano delle aree di cantiere non deve inficiare le caratteristiche prestazionali del calcestruzzo, che dovrà comunque possedere le caratteristiche prescritte al momento della posa in opera, indipendentemente dalla distanza dall'impianto di produzione e dalle difficoltà insite nell'operare in spazi ristretti.

12.2.3 Tolleranze geometriche

I pali dovranno essere realizzati nella posizione e con le dimensioni di progetto, con le seguenti tolleranze ammissibili, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto:

- planimetrica 3cm;
- quota di testa palo: ± 5cm;
- profondità: ± 25cm;
- verticalità ± 1%.

L'Impresa è tenuta ad eseguire a suo esclusivo onere e spesa tutte le opere sostitutive e/o complementari che a giudizio della Direzione Lavori, sentito il Progettista, si rendessero necessarie per garantire piena funzionalità al palo in caso di esecuzione non conforme alle tolleranze stabilite.

12.2.4 Tipologie esecutive

Nell'ambito dei pali trivellati di medio e grande diametro si possono distinguere, in funzione della procedura esecutiva:

- pali tipo trelicon in assenza di fanghi;
- pali trivellati eseguiti in sospensione di fango;

12.2.5 Descrizione e modalità esecutive

Le fasi di esecuzione dei pali sono le seguenti:

- preparazione del piano di lavoro;
- tracciamento;
- scavo;
- getto del cls e recupero del fluido stabilizzante se presente;
- posa dell'armatura metallica;
- scapitozzatura;
- realizzazione della trave di collegamento in testa o del plinto di fondazione.

12.2.5.1 *Piano di lavoro*

Prima di iniziare i lavori per l'esecuzione dei pali dovrà essere predisposto un adeguato piano di lavoro, transitabile ai mezzi di trivellazione ed ai mezzi ausiliari. La quota dei piani di lavoro coinciderà con il piano di campagna poiché si è effettuato il riempimento degli scavi eseguiti per la ricerca dei sottoservizi.

Nella preparazione dei piani di lavoro particolare attenzione sarà rivolta a garantire la stabilità delle attrezzature di perforazione; piani di lavoro e piste di transito saranno mantenuti in perfette condizioni per tutta la durata dei lavori.

12.2.5.2 *Tracciamento*

Prima di iniziare le lavorazioni sarà localizzata, sull'area di lavoro, la posizione dei pali mediante picchetti riportanti il numero del palo, in conformità alla planimetria facente parte del progetto esecutivo.

Sarà cura ed onere dell'Impresa il suddetto tracciamento a terra delle opere da realizzare, nel rispetto delle tolleranze geometriche indicate nel presente capitolato. Le opere dovranno essere realizzate nella posizione e con le dimensioni di progetto con particolare riferimento agli elaborati contenenti le coordinate georeferenziate dell'opera in esame.

12.2.5.3 *Scavo*

La tecnologia TRELICON unisce i pregi dei pali infissi con la versatilità di applicazione dei pali trivellati. Il palo TRELICON consente di evitare la decompressione del terreno e l'utilizzo dei fanghi bentonitici di perforazione. Ciò comporta una notevole semplificazione dello smaltimento del materiale di risulta. È una metodologia adatta per interventi in centri urbani, in quanto elimina vibrazioni e disturbi alle strutture adiacenti e riduce le emissioni acustiche. Le fasi esecutive prevedono lo scavo del palo tramite infissione di un'elica continua assemblata su un tubo centrale cavo. Al termine delle fasi di scavo l'estrazione dell'elica avviene in contemporanea al getto del calcestruzzo pompato dall'interno dell'elica stessa. Ove previsto, i pali possono essere armati per tutta la lunghezza tramite gabbie di armatura inserite nel calcestruzzo ancora fresco. Dati tecnici Diametro del palo: tra 400 e 1400 mm.

Profondità: 25 ÷ 36 metri (con caricatore di eliche) in funzione del diametro e consistenza del terreno.

È anche ammesso l'utilizzo di cestello mordente (bucket), su asta guidata telescopica, in condizioni di fango a riposo.

Nel caso di esecuzione di pali per la realizzazione di paratie, per garantire la complanarità dei pali stessi, data la tendenza della benna d'inclinarsi in direzione dell'escavatore, sarà necessario operare con gli escavatori sempre dalla stessa parte del palo.

Il cestello mordente dovrà essere provvisto delle aperture per la fuoriuscita del fango all'atto dell'estrazione.

Il livello del fango nel foro dovrà essere mantenuto in prossimità del piano di lavoro, ed in ogni caso più alto della massima quota piezometrica delle falde presenti nel terreno lungo la perforazione.

La realizzazione dei pali avverrà con la tecnica degli "scavi alterni", procedendo dapprima allo scavo ed al getto di un congruo numero di elementi "pari", lasciando ineseguiti gli elementi dispari; successivamente si procederà al completamento di questi ultimi (elementi di chiusura) ad avvenuta presa del conglomerato cementizio di quelli eseguiti in prima fase. Le operazioni dovranno essere

programmate e condotte in modo da evitare interazioni pregiudizievoli alla buona riuscita del lavoro tra gli elementi in corso di esecuzione e quelli eseguiti.

Il materiale di risulta dello scavo dovrà essere sistematicamente portato alla discarica, secondo la legislazione vigente. La discarica dei detriti deve essre effettuata con l'adozione di ogni accorgimento atto a garantire che sia evitato ogni possibile inquinamento di superficie o della falda.

Durante la perforazione del palo si eseguirà la descrizione stratigrafica dei terreni attraversati, che sarà riportata su appositi moduli che verranno archiviati e consegnati in copia alla D.L.

12.2.5.4 *Attrezzature*

La potenza e la capacità operativa delle attrezzature dovranno in ogni caso essere adeguate alla consistenza del terreno da attraversare, alle dimensioni dei pali da eseguire ed ai tempi previsti nel programma dei lavori.

Opportune marcature dovranno essere disposte ad intervalli regolari (1m-2m) sugli organi di manovra degli utensili di scavo per consentire il rapido apprezzamento della profondità alla quale l'utensile sta operando.

La verticalità dell'attrezzatura dovrà essere sempre controllabile mediante un indicatore a pendolo disposto sulle aste di guida rigide o mediante altro sistema equivalente.

12.2.5.5 *Armatura*

Per le gabbie d'armatura dei pali si farà riferimento a quanto indicato nell'apposito paragrafo del presente Capitolato.

12.2.5.6 *Calcestruzzo*

12.2.5.6.1 Preparazione e trasporto del conglomerato cementizio

Il conglomerato cementizio sarà confezionato secondo le indicazioni del Capitolo 4 del presente Capitolato.

Il conglomerato cementizio dovrà avere la resistenza caratteristica cubica di progetto.

La lavorabilità dovrà essere adatta soprattutto nella tecnologia tipo TRELICON dove la gabbia d'armatura viene messa in opera dopo il getto del calcestruzzo in questo caso è ammesso utilizzare un calcestruzzo SCC. Per conseguire lo stato di consistenza richiesto potrà essere aggiunto all'impasto un idoneo additivo fluidificante non aerante.

È ammesso altresì l'uso di ritardanti di presa o di fluidificanti con effetto ritardante.

Gli additivi che l'Impresa si propone di usare, dovranno essere sottoposti all'esame ed all'approvazione preventiva della Direzione Lavori.

I mezzi di trasporto dovranno essere tali da evitare segregazione dei componenti.

Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun palo senza soluzione di continuità e nel più breve tempo possibile.

Qualora in fase di completamento della perforazione fosse accertata l'impossibilità di eseguire il getto senza soluzione di continuità (ad esempio per improvvisa difficoltà di approvvigionamento del conglomerato cementizio o per qualunque altro motivo), sarà necessario interrompere la perforazione alcuni metri prima della profondità prevista ed ultimarla solo nell'imminenza del getto.

12.2.5.6.2 Posa in opera del conglomerato cementizio

Il conglomerato cementizio sarà posto in opera impiegando un tubo di convogliamento in acciaio avente diametro interno di 20-25 cm.

L'interno del tubo getto dovrà essere continuo, perfettamente pulito, privo di irregolarità e strozzature. Il tubo sarà provvisto all'estremità superiore di una tramoggia di carico tenuta sospesa da un mezzo di sollevamento.

All'inizio del getto si dovrà avere a disposizione a bocca di betoniera un volume di conglomerato cementizio pari alla somma del volume del tubo getto e del volume di un tratto di palo di almeno 3-4 m di altezza.

Il getto di un palo dovrà tassativamente essere eseguito senza soluzione di continuità ed in un tempo tale che il calcestruzzo rimanga sempre lavorabile nella zona di rifluimento.

Il getto dovrà proseguire fino ad una quota opportunamente superiore a quella della sommità di progetto, in modo da avere un congruo franco per la scapitozzatura del cls contaminato.

12.2.5.6.3 Scapitozzatura

Al termine dell'operazione di getto e a maturazione avvenuta del cls, si dovrà procedere alla demolizione della porzione del cls dell'estremità superiore del palo contaminata dal contatto con il fango bentonitico ("scapitozzatura"), avendo cura di salvaguardare l'integrità dei ferri di armatura di ripresa uscenti dal getto.

L'altezza di demolizione non dovrà essere inferiore al diametro del palo, ed eventualmente maggiore, se necessario, in modo tale da garantire la rimozione di tutto il cls contaminato.

12.2.6 Prove e controlli di accettazione

12.2.6.1 *Controlli sul calcestruzzo*

I controlli sul calcestruzzo prevedono prove di consistenza sul cls fresco e prove di resistenza a rottura sul cls indurito.

12.2.6.2 *Prova di consistenza*

La prova di consistenza verrà effettuata in cantiere per determinare la fluidità del cls da mettere in opera secondo le indicazioni di progetto e nel rispetto della normativa vigente.

La frequenza delle prove, che comunque dovrà essere di almeno una per ogni palo, sarà definita dalla D.L.

12.2.6.3 *Prove di compressione*

I provini di cls cubici di lato 15 cm verranno confezionati in cantiere al momento del getto. Potranno essere utilizzate indifferentemente cubettiere metalliche, in plastica o polistirolo.

Salvo diverse richieste della D.L., di norma le prove di compressione avverranno dopo 28 giorni di maturazione. I risultati consentiranno di verificare la rispondenza del cls gettato al valore di resistenza caratteristica richiesta dal progetto.

Per quanto riguarda la frequenza dei prelievi e delle relative prove di rottura vale quanto indicato dal D.M. 17/01/2018, fermo restando, al minimo 1 prelievo ogni 100 m^3, e comunque il prelievo giornaliero per ogni giorno di getto.

Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di ordinare ulteriori prelievi e prove di rottura, a proprio insindacabile giudizio.

12.2.6.4 *Controlli sull'acciaio delle armature*

Vale quanto previsto dalla normativa vigente per l'acciaio per c.a. e c.a.p. e dalle prescrizioni indicate nel Capitolo 1 del presente Capitolato Tecnico.

12.2.6.5 *Controlli in fase di scavo*

Nel corso dello scavo dei pali dovrà essere registrata una stratigrafia di massima dei terreni attraversati.

La Direzione Lavori controllerà durante lo scavo la rispondenza delle stratigrafie effettive con quelle di progetto. In presenza di eventuali discordanze e/o anomalie la Direzione Lavori valuterà l'opportunità di eventuali provvedimenti di carattere progettuale.

Al termine della perforazione dovrà essere misurata in contraddittorio con la Direzione Lavori la profondità del cavo, operando con uno scandaglio; la misura dovrà essere effettuata anche all'inizio ed al termine di eventuali interruzioni delle operazioni di perforazione di durata superiore a 2 ore.

Per il controllo della verticalità in fase di scavo, da effettuarsi su ogni palo, potranno essere utilizzati inclinometri biassiali fissati sull'utensile di scavo e le misure potranno essere eseguite puntualmente, a cadenza predefinita, o in continuo, con registrazione manuale o automatica. Tali misure potranno essere effettuate anche a scavo ultimato.

12.2.6.6 *Controlli a palo ultimato*

12.2.6.6.1 Prima del getto

Ad ultimazione dello scavo di ciascun palo si dovrà procedere alla registrazione dell'inclinazione dello stesso a mezzo degli inclinometri applicati alle aste di perforazione o con idonea attrezzatura ad ultrasuoni, tipo Koden o similare.

12.2.6.6.2 In fase di getto

Nel corso del getto dovrà essere compilato un rapportino che, per ogni autobetoniera gettata, dovrà riportare: ora, profondità del calcestruzzo iniziale e finale, volume gettato, lunghezza tubo getto.

Pertanto, allo svuotamento di ogni autobetoniera, si procederà alla misura del livello del pelo libero del calcestruzzo, al fine di valutare gli assorbimenti di calcestruzzo in funzione della profondità.

Di tutte le prove e controlli eseguiti l'Impresa dovrà presentare alla Direzione lavori la relativa documentazione scritta.

12.3 Documentazione

L'esecuzione di ogni palo dovrà comportare la registrazione su apposita scheda, compilata dall'Impresa in contraddittorio con la Direzione Lavori, dei seguenti dati:

- identificazione del palo;
- data di inizio e fine perforazione e di inizio e fine getto;
- profondità effettiva raggiunta dallo scavo;
- "slump" del conglomerato cementizio;
- assorbimento totale effettivo del conglomerato cementizio e volume teorico del palo;
- "profilo di getto" ove richiesto;
- inclinazione e risultati dei controlli di verticalità del palo;
- risultati delle prove di rottura a compressione semplice di provini di conglomerato cementizio;
- risultati degli altri controlli effettuati.

Alla documentazione generale dovrà inoltre essere allegata una scheda con le caratteristiche dei componenti del conglomerato cementizio.

12.4 Oneri specifici dell'Appaltatore

Oltre a tutti gli oneri di cui al presente capitolato speciale sono a completo carico dell'Impresa, perché compresi e compensati sia nei prezzi degli articoli relativi alla realizzazione dei pali che nelle specifiche voci di stima, tutti gli oneri, nessuno escluso, per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, tra cui, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- provvedere alla mobilitazione di attrezzature in numero, potenza e capacità operativa tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti; le attrezzature dovranno essere altresì le più idonee alle condizioni ambientali, stratigrafiche ed idrogeologiche dei terreni interessati;
- adottare tutti gli accorgimenti necessari ad attenuare i disturbi alle persone derivanti dalle vibrazioni e dai rumori connessi alle attività in corso, e ad evitare danni a opere e manufatti preesistenti;
- subordinare le operazioni di realizzazione dei pali alle indicazioni fornite dal monitoraggio in corso d'opera;

- provvedere all'immediato trasporto a rifiuto di tutti i materiali di risulta provenienti dagli scavi e dalle lavorazioni comunque connesse con l'attività in questione;
- eseguire tutti i controlli e le prove prescritti dal presente Capitolato, così come quelli integrativi che a giudizio della Direzione Lavori, si rendessero necessari per garantire le qualità e le caratteristiche prestazionali previste nel progetto;
- realizzare tutte le opere provvisionali che si rendesse necessario costruire per la presenza vicino all'opera di fabbricati e/o manufatti;
- adottare tutti i provvedimenti previsti nel piano di sicurezza e coordinamento;
- farsi carico dei sovraspessori nel getto del calcestruzzo eccedenti le dimensioni fissate nel progetto, per qualsiasi motivo eseguiti;
- effettuare il pre-scavo (a mano e/o assistito con escavatore) fino alla profondità di 2.0 m dall'attuale piano campagna, al fine di verificare la possibile interferenza con sottoservizi superficiali;
- effettuare demolizioni e rifacimenti, di qualunque entità, comunque occorrenti per il rispetto delle tolleranze e prescrizioni progettuali;
- provvedere alla sistemazione di getti irregolari o di giunti difettosi, con particolare riguardo a quelli che dovessero provocare infiltrazioni d'acqua, con tutti gli interventi integrativi che verranno ritenuti necessari;
- effettuare il risanamento e ripristino di zone di paratie che presentino inclusioni di terreno;
- farsi carico degli oneri derivanti da errori di verticalità che dovessero compromettere la realizzabilità o la funzionalità delle opere da eseguire.

12.5 Criticità delle lavorazioni

Ai fini della sicurezza e della qualità prestazionale che devono essere garantite nel ciclo di vita utile dell'intervento in questione, le lavorazioni afferenti alla presente scheda sono da considerarsi appartenenti alla seguente classe di importanza: *critica.*

ART. 13. MICROPALI

13.1 Campi di impiego

Si prevede l'utilizzo di micropali sia per realizzare palificate reticolari a difesa dei fabbricati a rischio, sia come sottofondazioni nell'ambito dei lavori di consolidamento di fabbricati.

13.2 Specifiche tecniche

13.2.1 Normative e Raccomandazioni di riferimento

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti leggi:

- D.M. 17/01/2018: Norme Tecniche por le Costruzioni.

13.2.2 Soggezioni geotecniche e ambientali

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 dovranno essere messi a punto, a cura e spese dell'Impresa, mediante l'esecuzione di micropali di prova, approvati dalla Direzione Lavori prima dell'inizio della costruzione dei micropali di progetto.

Nell'esecuzione dei micropali si deve tenere sempre presente che si opera in ambito urbano in vicinanza degli edifici ed in prossimità delle loro fondazioni, con particolare riferimento alla linea di metropolitana esistente in esercizio. Si deve altresì tenere presente che si opera in presenza di condotti di fognatura e di altri sottoservizi ed occorre quindi che l'Appaltatore presti la massima attenzione per garantire la piena funzionalità di detti servizi; sarà onere dell'Appaltatore vigilare sulla funzionalità della rete per tutta la durata dei lavori ed in particolare nel corso dell'esecuzione delle opere provvisionali. Pertanto, preliminarmente ad ogni operazione di trivellazione l'Impresa avrà cura di accertare se l'area di lavoro sia attraversata da pubblici servizi o manufatti (ambienti) sotterranei. A tale scopo, prima della esecuzione dei micropali, l'Appaltatore a propria cura e spese dovrà realizzare, lungo il perimetro dell'area interessata dai micropali stessi, i cavi di indagine, da realizzarsi a mano o con mezzo meccanico, al fine di verificare l'effettiva assenza di interferenze con eventuali sottoservizi.

La posizione ed ogni altra indicazione riguardante i principali servizi esistenti nel sottosuolo, risultano dai disegni di progetto e sono desunte di massima da segnalazioni delle Aziende che gestiscono i servizi stessi e non da assaggi diretti o da rilievi. Gli allacciamenti alle fognature degli scarichi, così come gli allacciamenti di acqua, gas, telefoni, elettricità, dovranno essere sempre mantenuti in regolare funzionamento in qualsiasi

Dopo l'accertamento sulla consistenza dei sottoservizi e la loro eventuale deviazione, i suddetti scavi di indagine dovranno essere ricolmati, a cura e spese dell'Appaltatore, con un conglomerato cementizio appositamente formulato per i riempimenti, secondo le specifiche indicate nel presente capitolato, e solo allora potrà essere consentito l'avvio delle attività di trivellazione che pertanto potranno avvenire dal piano di campagna.

I materiali che vengono introdotti nel terreno dovranno avere caratteristiche non inquinanti e comunque non nocive, anche a tempi lunghi ed in presenza di acqua sia di infiltrazione che di falda.

13.2.3 Tolleranze geometriche

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

- la posizione planimetrica non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm, salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori;
- la deviazione dell'asse del micropalo rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore dell'1 %;
- la lunghezza non dovrà differire di $\pm$ 10 cm da quella di progetto;
- la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto;

- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di perforazione di progetto.

Ogni micropalo che risultasse non conforme alle tolleranze qui stabilite, sentito il Progettista, dovrà essere idoneamente sostituito, a cura e spese dell'Impresa.

13.2.4 Descrizione e modalità esecutive

13.2.4.1 *Definizione, classificazione e campi di applicazione*

Si definiscono micropali i pali trivellati aventi diametro inferiore o uguale a mm 300 con fusto costituito da malta o miscela di cemento gettata in opera e da idonea armatura di acciaio.

Si distinguono due tipologie di micropali:

- micropali non valvolati;
- micropali valvolati.

Micropali non valvolati: sono costituiti da armature in profilati o in tubi ciechi ed in cui la formazione del fusto avverrà in una unica fase, generalmente per gravità.

Micropali valvolati: sono costituiti da armature tubolari dotate di valvole a manchettes disposte ad un interasse di circa 50 cm. La formazione del fusto avverrà in due fasi di cui la prima (esecuzione della guaina) per iniezione dalla valvola a fondo foro; in seconda fase, al termine delle operazioni di iniezione, si effettuerà il completamento del fusto per riempimento a gravità della sezione tubolare.

13.2.4.2 *Piano di lavoro*

Prima di iniziare i lavori per l'esecuzione dei micropali dovrà essere predisposto un adeguato piano di lavoro, transitabile ai mezzi di trivellazione ed ai mezzi ausiliari. La quota dei piani di lavoro coinciderà con il piano di campagna poiché si è effettuato il riempimento degli scavi eseguiti per la ricerca dei sottoservizi.

Nella preparazione dei piani di lavoro particolare attenzione sarà rivolta a garantire la stabilità delle attrezzature di perforazione; piani di lavoro e piste di transito saranno mantenuti in perfette condizioni per tutta la durata dei lavori.

13.2.4.3 *Tracciamento*

Prima di iniziare la perforazione l'Impresa dovrà, a sua cura ed onere, individuare sul terreno la posizione dei micropali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del micropalo quale risulta dalla pianta della palificata.

Tale pianta, redatta e presentata alla Direzione Lavori dall'Impresa esecutrice, dovrà indicare la posizione planimetrica di tutti i micropali, inclusi quelli di prova, contrassegnati con numero progressivo.

13.2.4.4 *Perforazione*

La perforazione, eseguita mediante apparecchiatura a rotazione con uso di elica o a rotopercussione con uso di utensile disgregatore a tre o più punte, in materiale di qualsiasi natura e consistenza (inclusi murature, calcestruzzi, trovanti e roccia dura), anche in presenza d'acqua, deve essere in generale condotta con modalità ed utensili tali da consentire la regolarità delle successive operazioni di getto; in particolare dovrà essere minimizzato il disturbo del terreno nell'intorno del foro. A tale scopo, qualora essa avvenga a rotopercussione, la perforazione sarà effettuata con circolazione di fango di cemento e bentonite avente i seguenti rapporti in peso:

- bentonite/acqua: 0,05 - 0,08;
- cemento/acqua: 0,18 - 0,23.

In alternativa all'utilizzo di fango di cemento e bentonite ed in funzione della attitudine delle formazioni attraversate a mantenere stabili le pareti del foro, si potrà fare uso del rivestimento provvisorio per tutta la lunghezza del micropalo.

In ogni caso la perforazione sottofalda in terreni con strati o frazioni incoerenti medio-fini (sabbie, sabbie e limi) non dovrà essere eseguita con circolazione di aria per evitare il violento emungimento della falda a seguito dell'effetto eiettore ed il conseguente dilavamento del terreno.

Al termine della perforazione il foro dovrà essere accuratamente sgombrato dai detriti azionando il fluido di circolazione o l'utensile asportatore, senza operare con l'utensile disgregatore.

Il materiale di risulta dovrà essere portato a rifiuto dopo aver trattato i fanghi secondo le leggi vigenti.

L'ordine di esecuzione dei micropali nell'ambito di ciascun gruppo dovrà assicurare la non interferenza delle perforazioni con fori in corso di iniezione o in attesa di riempimento, ove occorra anche spostando la perforatrice su gruppi contigui prima di ultimare la perforazione dei micropali del gruppo in lavorazione.

13.2.4.5 *Confezione e posa delle armature*

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni di cui ai § successivi e saranno in ogni caso estese a tutta la lunghezza del micropalo.

13.2.4.6 *Armature mediante profilati*

Le caratteristiche geometriche e meccaniche dei profilati dovranno essere conformi a quanto prescritto nei disegni di progetto.

Di norma i profilati dovranno essere costituiti da elementi unici. Saranno ammesse giunzioni saldate, realizzate con l'impiego di adeguati fazzoletti laterali, nel caso di lunghezze superiori ai valori degli standards commerciali (12 - 14 m).

13.2.4.7 *Armature mediante tubi*

Sono costituite da tubi metallici, in acciaio S355, del tipo senza saldatura longitudinale o in alternativa con saldatura senza apporto di materiale, con diametro esterno e spessore conformi a quanto

prescritto negli elaborati di progetto. Gli spezzoni di tubo saranno collegati tra loro mediante opportuni manicotti, che garantiscano le caratteristiche di resistenza della sezione.

Ove previsto, le armature metalliche saranno dotate di valvole di non ritorno poste ad interasse di 50 cm e per una lunghezza pari a quella prevista in progetto. Tali valvole saranno costituite da manicotti di gomma del tipo a “manchettes”.

Il tubo di armatura dovrà essere prolungato fino a fuoriuscire a boccaforo per un tratto sufficiente a consentire sia le successive operazioni di iniezione che il suo collegamento alla sovrastruttura. Per i tratti in cui non dovrà essere realizzata l’iniezione, è possibile porre in opera spezzoni di tubo d’acciaio non valvolato.

Ove richiesto dal progetto, la parte superiore del tubo di armatura sarà equipaggiata con segmenti di tubo in PVC di adeguato diametro e spessore che saranno fissati alle armature tubolari in acciaio tramite filettatura predisposta su entrambe le estremità. Il tubo di armatura dei micropali non dovrà mai essere poggiato sul fondo del perforo ma sarà distaccato da questo di circa 15 cm. Le armature dei micropali saranno dotate di opportuni distanziatori per il corretto posizionamento delle armature stesse all’interno del perforo.

13.2.4.8 *Formazione del fusto del micropalo*

La formazione del fusto avverrà in una fase immediatamente successiva alla perforazione di ciascun micropalo.

In caso contrario la perforatrice resterà in posizione fino alla successiva ripresa del lavoro e provvederà quindi alla pulizia del perforo subito prima che inizino le operazioni di posa delle armature e di getto della boiacca.

In ogni caso non dovrà trascorrere più di un'ora tra il termine della perforazione e l'inizio del getto della malta.

Viene inoltre precisata la necessità assoluta che la scapitozzatura delle teste dei micropali sia eseguita sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del micropalo non rispondono a quelle previste.

In tal caso è onere dell'Impresa procedere al ripristino del palo sino alla quota di sottoplinto.

13.2.4.8.1 Micropali non valvolati

13.2.4.8.1.1 Riempimento a gravità

Il riempimento del perforo, dopo la posa delle armature, dovrà avvenire tramite un tubo di alimentazione disceso fino a 10÷15 cm dal fondo e dotato superiormente di un imbuto o tramoggia di carico.

Il riempimento sarà proseguito fino a che la malta immessa risalga in superficie scevra di inclusioni e miscelazioni con il fluido di perforazione. Si attenderà per accertare la necessità o meno di rabbocchi e si potrà quindi estrarre il tubo di convogliamento allorquando il foro sarà intasato e stagnato.

Eventuali rabbocchi da eseguire prima di raggiungere tale situazione vanno praticati esclusivamente tramite il tubo di convogliamento.

Nel caso l'armatura sia tubolare, essa si potrà usare come tubo di convogliamento solo se il suo diametro interno non supera 50 mm; in caso contrario si dovrà ricorrere ad un tubo di convogliamento separato.

Nel caso di micropali di lunghezza rilevante, potrà essere effettuato il riempimento per iniezione con pressione di 1,5 bar circa, mediante apposito tubo di iniezione.

La malta per il riempimento sarà confezionata con cemento con opportuni additivi stabilizzanti e fluidificanti; per ottenere la stabilizzazione potrà essere utilizzato un agente colloidale, ad esempio bentonite; i rapporti di miscelazione saranno i seguenti:

- acqua/cemento: 1,00;
- bentonite/cemento: 0,03.

I valori suddetti sono riferiti alla esecuzione di micropali come opere provvisionali; qualora invece essi dovessero essere destinati ad essere utilizzati come opere definitive il rapporto acqua/cemento dovrà essere tale da garantire una resistenza caratteristica cubica a compressione a 28 giorni non inferiore a 35 MPa.

13.2.4.8.2 Micropali valvolati

13.2.4.8.2.1 Esecuzione della guaina

La esecuzione della guaina consisterà nel riempimento della sezione anulare compresa tra la superficie esterna del tubo di armatura e la parete del foro. Essa sarà realizzata effettuando una iniezione di boiacca di cemento attraverso la valvola posta alla estremità inferiore del tubo di armatura. La boiacca sarà confezionata con cemento secondo i seguenti rapporti in peso:

- acqua/cemento: 1,00;
- bentonite/cemento: 0,03.

I valori suddetti sono riferiti alla esecuzione di micropali come opere provvisionali; qualora invece essi dovessero essere destinati ad essere utilizzati come opere definitive il rapporto acqua/cemento dovrà essere tale da garantire una resistenza caratteristica cubica a compressione a 28 giorni non inferiore a 35 Mpa. Si utilizzeranno opportuni additivi ritardanti per consentire la rottura delle valvole nei tempi previsti dopo l'esecuzione della guaina.

Qualora sia necessario l'utilizzo di una camicia provvisoria di rivestimento, questa sarà estratta gradualmente durante il getto, con l'accortezza di lasciarla comunque sempre immersa nello stesso per almeno 100 cm.

13.2.4.8.2.2 Iniezione ad alta pressione

Dopo la avvenuta presa della boiacca costituente la guaina, dalle valvole predisposte sul tubo di armatura, si procederà alla esecuzione di iniezioni di miscela cementizia mediante appositi otturatori.

Per quanto attiene le modalità di iniezione, le caratteristiche delle miscele cementizie e le quantità da iniettare si faccia riferimento alle specifiche contenute nei § 10.2. – 5.e) e 10.2. – 5.f).

Al termine delle operazioni di iniezione, si completa la formazione del fusto del micropalo, provvedendo al riempimento interno dell'armatura metallica, con il metodo a gravità, con boiacca avente il medesimo dosaggio di quella utilizzata per la formazione della guaina.

13.2.5 Prove e controlli di accettazione

Il controllo della profondità dei perfori, rispetto alla quota di sottoplinto, verrà effettuato in doppio modo:

- in base alla lunghezza delle aste di perforazione immerse nel foro al termine della perforazione, con l'utensile appoggiato sul fondo;
- in base alla lunghezza dell'armatura.

La differenza tra le due misure dovrà risultare $\leq$ 0,10 m; in caso contrario occorrerà procedere alla pulizia del fondo del foro asportandone i detriti accumulatisi, dopo aver estratto l'armatura.

In corso di iniezione si preleverà un campione di miscela per ogni micropalo, sul quale si determinerà il peso specifico e la decantazione (bleeding) mediante buretta graduata di diametro $\geq$ 30 mm.

Il peso specifico dovrà risultare pari ad almeno il 90% di quello teorico, calcolato assumendo 3 g/cm^3 il peso specifico assoluto del cemento, nell'ipotesi che non venga inclusa aria.

13.3 Documentazione

L'esecuzione di ogni singolo micropalo sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Impresa, in contraddittorio con la Direzione Lavori, di una apposita scheda sulla quale si registreranno i dati seguenti:

- identificazione del micropalo;
- data di inizio perforazione e termine del getto (o iniezione);
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione;
- profondità del foro all'atto della posa dell'armatura;
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;
- per i micropali formati mediante iniezione ripetuta ad alta pressione, pressioni residue minime e quantità complessive iniettate per ogni fase di iniezione ad alta pressione;
- risultati delle misure di peso di volume, di decantazione (acqua separata) e di resistenza cubica a compressione.

13.4 Oneri specifici dell'Appaltatore

Oltre a tutti gli oneri di cui al presente Capitolato speciale sono a completo carico dell'Impresa, perché compresi e compensati sia nei prezzi degli articoli relativi alla realizzazione degli interventi che nelle

specifiche voci di stima, tutti gli oneri, nessuno escluso, per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, tra cui, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- provvedere alla mobilitazione di attrezzature in numero, potenza e capacità operativa tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti; le attrezzature dovranno essere altresì le più idonee alle condizioni ambientali, stratigrafiche ed idrogeologiche dei terreni interessati;
- adottare tutti gli accorgimenti necessari ad attenuare i disturbi alle persone derivanti dalle vibrazioni e dai rumori connessi alle attività in corso, e ad evitare danni a opere e manufatti preesistenti;
- subordinare le operazioni di realizzazione dei micropali alle indicazioni fornite dal monitoraggio in corso d'opera;
- provvedere all'immediato trasporto a rifiuto di tutti i materiali di risulta provenienti dagli scavi e dalle lavorazioni comunque connesse con l'attività in questione;
- eseguire tutti i controlli e le prove prescritti dal presente Capitolato, così come quelli integrativi che a giudizio della Direzione Lavori, si rendessero necessari per garantire le qualità e le caratteristiche prestazionali previste nel progetto;
- realizzare tutte le opere provvisionali che si rendesse necessario costruire per la presenza vicino all'opera di fabbricati e/o manufatti;
- adottare tutti i provvedimenti previsti nel piano di sicurezza e coordinamento;
- farsi carico dei sovraspessori nel getto del calcestruzzo eccedenti le dimensioni fissate nel progetto, per qualsiasi motivo eseguiti;
- effettuare il pre-scavo a mano fino alla profondità di 2.0 m dall'attuale piano campagna, al fine di verificare la possibile interferenza con sottoservizi superficiali;
- effettuare demolizioni e rifacimenti, di qualunque entità, comunque occorrenti per il rispetto delle tolleranze e prescrizioni progettuali;
- farsi carico degli oneri derivanti da errori di verticalità che dovessero compromettere la realizzabilità o la funzionalità delle opere da eseguire.

ART. 14. PALANCOLE E BERLINESI

14.1 Campi di impiego

Le paratie realizzate mediante l'infissione di palancole costituiscono una struttura con lo scopo di realizzare un sostegno degli scavi. Analoga funzione viene attribuita alle opere di contenimento dette berlinesi e costituite da profilati in acciaio infissi nel terreno.

Le palancole vengono eseguite a contorno e a difesa degli scavi per fondazione; avranno caratteristiche idonee secondo quanto previsto in progetto e tali che, oltre ad avere una sufficiente robustezza per resistere alle spinte delle terre, non lascino filtrare acqua dalle pareti.

14.2 Specifiche tecniche

14.2.1 Normative e Raccomandazioni di riferimento

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti leggi:

- D.M. 17/01/2018: Norme Tecniche por le Costruzioni.

14.2.2 Descrizione e modalità esecutive

Nell'esecuzione della infissione delle palancole si deve tenere sempre presente che si opera in ambito urbano in vicinanza degli edifici ed in prossimità delle loro fondazioni. Durante le fasi di infissione, andranno adottati tutti gli accorgimenti necessari ad effettuare le lavorazioni nel pieno rispetto delle normative vigenti in materia di sicurezza e di salute dei lavoratori. Andranno altresì adottate tutte le tecnologie per attenuare i disturbi alle persone e/o alle cose derivanti dalle vibrazioni, dai rumori e dalle polveri, ad evitare danni ad opere e manufatti preesistenti, a non compromettere la stabilità di quanto realizzato.

Si deve altresì tenere presente che si opera in presenza di condotti di fognatura e di altri sottoservizi; occorre quindi che l'Appaltatore presti la massima attenzione per garantire la piena funzionalità di detti servizi; sarà onere dell'Appaltatore vigilare sulla funzionalità della rete per tutta la durata dei lavori ed in particolare nel corso dell'esecuzione delle opere provvisionali. Pertanto, preliminarmente ad ogni operazione di infissione l'Impresa avrà cura di accertare se l'area di lavoro sia attraversata da pubblici servizi o manufatti (ambienti) sotterranei. A tale scopo, prima della esecuzione dei palancolati, l'Appaltatore a propria cura e spese dovrà realizzare, lungo il perimetro dei palancolati stessi, i cavi di indagine, da realizzarsi a mano o con mezzo meccanico, al fine di verificare l'effettiva assenza di interferenze con eventuali sottoservizi.

La posizione ed ogni altra indicazione riguardante i principali servizi esistenti nel sottosuolo, risultano dai disegni di progetto e sono desunte di massima da segnalazioni delle Aziende che gestiscono i servizi stessi e non da assaggi diretti o da rilievi. Tali pubblici servizi verranno spostati a cura degli Enti erogatori. Tuttavia, per disporre di una migliore identificazione dei posizionamenti dei sottoservizi, l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese ad effettuare ulteriori scavi di indagine diretti. Gli allacciamenti alle fognature degli scarichi, così come gli allacciamenti di acqua, gas, telefoni, elettricità, dovranno essere sempre mantenuti in regolare funzionamento in qualsiasi fase dei lavori, anche attraverso collegamenti provvisori richiesti dalle Aziende competenti.

Contestualmente alle indagini sui sottoservizi l'Appaltatore dovrà eseguire, a propria cura e spese, anche quelle sulla ricerca delle possibili cavità che possono interferire con le infissioni dei palancolati. Tali indagini, che saranno condotte sulle aree interessate dalla infissione delle palancole, verranno eseguite per mezzo di perforazioni a distruzione di nucleo, fino a raggiungere una profondità pari al livello di falda, maggiorata di 2 m. L'interasse di dette perforazioni dovrà essere stabilito tenendo conto che la larghezza minima di dette cavità è di circa 2m.

Dopo l'accertamento sulla consistenza dei sottoservizi e la loro eventuale deviazione, i suddetti cavi di indagine dovranno essere ricolmati, a cura e spese dell'Appaltatore, con un conglomerato cementizio appositamente formulato per i riempimenti, secondo le specifiche indicate al § 15.2. – 4 h), e solo

allora potrà essere consentito l'avvio delle attività di infissione che pertanto potranno avvenire dal piano di campagna.

I materiali che vengono introdotti nel terreno dovranno avere caratteristiche non inquinanti e comunque non nocive, anche a tempi lunghi ed in presenza di acqua sia di infiltrazione che di falda.

Il progetto esecutivo contiene tutte le indicazioni riguardanti i livelli di falda, il loro controllo ed i dispositivi atti a lasciarne inalterate le quote nel corso delle lavorazioni, una variazione della quota di falda può infatti causare cedimenti per consolidazione.

14.2.2.1 *Palancole*

14.2.2.1.1 Generalità

Le palancole metalliche, di sezione varia, devono rispondere comunque ai seguenti requisiti fondamentali: adeguata resistenza agli sforzi di flessione, facilità di infissione, impermeabilità delle giunzioni, facilità di estrazione.

14.2.2.1.2 Infissione di palancole battute ed autoaffondanti

14.2.2.1.2.1 Palancole battute

L'infissione delle palancole sarà effettuata con i sistemi normalmente in uso.

Il maglio dovrà essere di peso complessivo non minore del peso delle palancole comprensivo della relativa cuffia.

Dovranno essere adottate speciali cautele affinché durante l'infissione gli incastri liberi non si deformino e rimangano puliti da materiali così da garantire la guida alla successiva palancola.

A tale scopo gli incastri prima dell'infissione dovranno essere riempiti di grasso.

Durante l'infissione si dovrà procedere in modo che le palancole rimangono perfettamente verticali non essendo ammesse deviazioni, disallineamenti o fuoriuscita dalle guide.

Per ottenere un più facile affondamento, specialmente in terreni ghiaiosi e sabbiosi, l'infissione, oltre che con la battitura potrà essere realizzata con il sussidio dell'acqua in pressione fatta arrivare, mediante un tubo metallico, sotto la punta della palancola.

Per l'infissione delle palancole si potrà fare ricorso, dove ritenuto necessario dalla Direzione Lavori, all'esecuzione di perforazioni a distruzione di nucleo in corrispondenza dei giunti di connessione tra un profilo e l'altro al fine di facilitare l'infissione stessa.

Se durante l'infissione si verificassero fuoriuscite dalle guide, disallineamenti o deviazioni che a giudizio della Direzione Lavori non fossero tollerabili, la palancola dovrà essere rimossa e reinfissa o sostituita, se danneggiata.

14.2.2.2 *Berlinesi*

14.2.2.2.1 Generalità

Le berlinesi sono opere di contenimento del terreno che vengono utilizzate nella esecuzione di scavi. Sono realizzate per infissione nel terreno di profilati in acciaio sui quali sono applicate delle pannellature lignee o metalliche come elemento di chiusura tra due profilati successivi.

14.2.2.2.2 Descrizione e modalità esecutive

Le strutture di contenimento tipo “berlinese” saranno realizzate per inghisaggio di profilati tipo HEB160, realizzati con acciaio di classe Fe B 430, all’interno di fori trivellati nel terreno del diametro di 250 mm. L’inghisaggio sarà effettuato con calcestruzzo di classe Rck 25 MPa.

Il tavolame per il contenimento del terreno sarà posto in opera all’interno delle gole di due profilati consecutivi al procedere dello scavo.

14.3 Prove e controlli di accettazione

Per tali opere l'Impresa porterà alla preventiva conoscenza della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda l'esecuzione di tali opere e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.

14.4 Oneri specifici dell’Appaltatore

Oltre a tutti gli oneri di cui al presente capitolato speciale sono a completo carico dell’Impresa perché compresi e compensati nei prezzi degli articoli relativi alla realizzazione degli interventi tutti gli oneri, nessuno escluso, per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d’arte, tra cui, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- effettuare le lavorazioni anche con soluzione di continuità;
- subordinare le operazioni di infissione e di scavo alle indicazioni fornite dal monitoraggio in corso d’opera;
- provvedere alla mobilitazione di attrezzature in numero, potenza e capacità operativa tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti; le attrezzature dovranno essere altresì le più idonee alle condizioni ambientali, stratigrafiche ed idrogeologiche dei terreni interessati;
- adottare tutti gli accorgimenti necessari ad attenuare i disturbi alle persone derivanti dalle vibrazioni e dai rumori connessi alle attività in corso, e ad evitare danni a opere e manufatti preesistenti;
- eseguire tutti i controlli e le prove prescritti dal presente Capitolato, così come quelli integrativi che a giudizio della Direzione Lavori, si rendessero necessari per garantire le qualità e le caratteristiche prestazionali previste nel progetto;

- realizzare tutte le opere provvisionali che si rendesse necessario costruire per la presenza vicino all'opera di fabbricati e/o manufatti;
- adottare tutti i provvedimenti previsti nel piano di sicurezza e coordinamento;
- riparazione di eventuali danni causati, nonché le prestazioni di personale idoneo nel caso di necessità.

ART. 15. PONTI E VIADOTTI

15.1 Acciaio per carpenteria

15.1.1 Generalità

L'Appaltatore sarà tenuto all'osservanza della legge 05.11.71 n.1086, della legge 02.02.74 n.64 e delle prescrizioni cui al paragrafo 11.3.4 "Acciai per costruzioni metalliche e per strutture composte" delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14/01/08 che si intende qui integralmente richiamato.

Per quanto concerne le stutture metalliche soggette alla norma UNI EN 1090-1 per la definizione delle classi di esecuzione si farà riferimento a quanto indicato dal progettista negli elaborati di progetto.

15.1.2 Classificazione dei tipi di acciaio secondo EN10025

Si riepiloga lo schema sintetico di designazione:

- S: simbolo S: acciaio per impiego strutturale;
- 355: indicazione del carico unitario di snervamento minimo prescritto per spessori ≤ 16 mm, espresso in N/mm^2;
- J0, J2, K2: designazione della qualità relativamente alla saldatura ed ai valori di resilienza prescritti;
- +N, +AR: stato di fornitura a discrezione del produttore;

15.1.3 Approvvigionamento materiali da costruzione

Tutti i materiali impiegati dovranno essere qualificati e marcati CE ai sensi del Regolamento UE n°305/2011.

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

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.

L'Appaltatore dovrà esibire gli ordini effettuati per i materiali da impiegare contenenti le specifiche tecniche richieste a Progetto, i controlli e le certificazioni cui i materiali stessi dovranno essere sottoposti. In particolare, se non diversamente indicato a Progetto, le lamiere dovranno essere approvvigionate con tolleranza sullo spessore classe A UNI EN 10029.

Insieme con gli ordini emessi l'Appaltatore dovrà esibire le relative conferme d'ordine da parte del produttore, con esplicita accettazione delle specifiche tecniche richieste e indicazione dei tempi di consegna.

Qualora l'Appaltatore impieghi materiale giacente a magazzino ne dovrà fornire la documentazione d'origine del Produttore.

15.1.3.1 *Disegni di fabbricazione*

Prima dell'approvvigionamento dei materiali l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori, in copia riproducibile, i disegni di fabbricazione controfirmati, redatti dall'Appaltatore in conformità al Progetto esecutivo ed alle specifiche tecnologie utilizzate dall'officina e contenenti tutti i dettagli costruttivi che saranno realizzati.

L'Appaltatore dovrà inoltre consegnare una relazione di calcolo contenente la verifica dell'idoneità degli eventuali dettagli modificati proposti, le modalità di montaggio e varo con indicazione di schemi statici transitori e con le verifiche complete della struttura durante le operazioni di montaggio.

I disegni di fabbricazione consegnati dall'Appaltatore dovranno in particolare contenere le seguenti indicazioni:

- diametri e classi dei bulloni impiegati; di regola si dovranno impiegare bulloni sia normali che ad alta resistenza dei seguenti diametri: D = 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 27 mm. E' ammesso solo l'uso di bulloni neri; i bulloni zincati sono ammessi solo per esplicita accettazione del progettista ed in ogni caso devono essere ordinati specificatamente per zincatura (ossia il bullone deve essere costruito per la zincatura a caldo);
- tipologia del collegamento se ad attrito o a taglio; in particolare per i giunti ad attrito saranno impiegati bulloni precaricati a serraggio controllato; è ammesso l'uso di bulloni HRC a serraggio controllato meccanicamente (con rottura del codolo) secondo quanto previsto dalle norme armonizzate EN 14399-10 e, per quanto non in contrasto con la suddetta norma, le norme NF E 25-812;
- diametri dei fori in funzione dei bulloni e della tipologia di collegamento;
- coppie di serraggio;
- elementi di posizionamento dei pioli di collegamento travi/soletta, con particolare attenzione ad evitare possibili interferenze con i tralicci delle coppelle,soprattutto per gli impalcati in curva. E' ammesso solo l'utilizzo di pioli elettrosaldati tipo Nelson secondo norme UNI EN ISO 13918 in acciaio ex ST 37–3K (S235J2G3+C450) con caratteristiche meccaniche a rottura, snervamento e duttilità non inferiori a:
  - fy > 350 MPa
  - fu > 450 MPa
  - Allungamento > 15%
  - Strizione >50%
- principi di esecuzione delle coppelle e distribuzione dei relativi tralicci di armatura;

- dettagli delle saldature con indicazione delle dimensioni, nel caso dei cordoni d'angolo e di parziali penetrazioni;
- indicazione dei giunti d'officina e dei giunti in opera;
- controfrecce d'officina;
- schemi e fasi di montaggio con indicazione completa delle eventuali opere provvisionali necessarie.

In particolare, per quanto riguarda le saldature, i disegni di fabbricazione dovranno riportare tutti i parametri tecnologici significativi, ovvero:

- procedimenti di saldatura;
- preparazioni dei lembi;
- materiali d'apporto;
- quaderno di saldatura, in accordo a NTC 2018, contenente come minimo:
    - specifiche di procedimento di saldatura (WPS) e relative qualifiche (WPAR);
    - qualifica dei saldatori e operatori di saldatura;
- specifiche tecniche di fabbricazione, controllo e collaudo.

I disegni di fabbricazione dovranno essere corredati di distinta materiali contenente, numero, qualità, dimensioni, provenienza e peso teorico di ciascun elemento costituente la struttura. Dovranno inoltre far riferimento a disegni di montaggio che indichino la collocazione del singolo elemento e che consentano alla Direzione Lavori il controllo di rispondenza rispetto al progetto esecutivo.

Il progetto così completato sarà sottoposto da parte dell'Appaltatore all'approvazione della Direzione Lavori e da questa espressamente autorizzato. In particolare, 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 alla UNI EN ISO 3834 e a quanto stabilito dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (di cui al D.M. in vigore). Si suggerisce che il tipo e l'estensione dei controlli richiesti dalla Direzione Lavori siano i seguenti:

- controllo visivo secondo EN 970 al 100% di tutte le saldature;
- controllo magnetoscopico secondo EN ISO 17638 al 20% di tutte le saldature (le zone del controllo saranno scelte in base all'esito dell'esame visivo);
- controllo ultrasonoro al 100% secondo EN 1714 dei giunti a piena penetrazione trasversali e dei giunti tecnici;
- controllo ultrasonoro al 50% secondo EN 1714 dei restanti giunti a piena penetrazione.

Tali controlli non distruttivi saranno eseguiti su incarico diretto della Direzione Lavori, e non sollevano il Centro di Trasformazione dall'obbligo di eseguire i controlli non distruttivi previsti all'interno del Sistema Qualità UNI EN ISO 9001 / UNI EN ISO 3834.

Il tipo e l'estensione dei controlli a cura del Centro di Trasformazione saranno stabiliti dalla Direzione Lavori per ciascuna opera e dovranno essere indicati nel piano di fabbricazione e controllo emesso dal

Costruttore per approvazione. Dovrà essere indicato altresì un criterio di estensione dei controlli in caso di difetti.

Gli ordini per gli approvvigionamenti dei materiali dovranno essere emessi dopo l'approvazione da parte della Direzione Lavori dei disegni di fabbricazione presentati dall'Appaltatore.

15.1.4 Lavorazioni di officina

Una volta emesso l'ordine di approvvigionamento del materiale, le lavorazioni di officina, intese come prefabbricazione delle carpenterie metalliche, verranno comunque precedute da due ulteriori fasi di controllo, una documentale ed una di collaudo dei materiali.

15.1.4.1 *Presentazione documentazione tecnica*

Prima di dar corso alle lavorazioni l'Appaltatore dovrà sottoporre alla Direzione Lavori la seguente documentazione:

- piano di fabbricazione e controlli, che riassumerà tecnologie, metodologie e sistemi di controllo utilizzati dall'officina per garantire la qualità attesa;
- piano di utilizzo e rintracciabilità dei materiali approvvigionati, con riferimento a:
  - posizioni e marche di officina;
  - marcatura di qualificazione del prodotto cui al paragrafo 11.3.1 "Prescrizioni comuni a tutte le tipologie di acciaio" delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14/01/08;
  - estremi di identificazione dei relativi documenti di collaudo.

Le stutture metalliche soggette alla norma UNI EN 1090-1 dovranno essere obbligatorimente marcate CE e presentare le relative DOP.

15.1.4.2 *Collaudo tecnologico di stabilimento*

Tutti i materiali destinati alla costruzione di strutture in acciaio dovranno essere collaudati prima dell'inizio delle rispettive lavorazioni,con riferimento al piano di fabbricazione.

Particolare attenzione verrà posta nei controlli di assenza di sfogliature ed inclusioni con riferimento a dettagli costruttivi che contemplino azioni ortogonali al piano di laminazione.

È fatto obbligo all'Appaltatore di avvertire la Direzione Lavori dell'arrivo nella sua officina dei materiali che saranno impiegati nella costruzione e di concordare con la Direzione Lavori la data di ciascuna operazione di collaudo.

Le prove sui materiali si svolgeranno presso i Laboratori Ufficiali indicati dalla Direzione Lavori.

La Direzione Lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, autorizzare l'effettuazione delle prove presso i laboratori degli stabilimenti di produzione, purché questi siano forniti dei mezzi e delle attrezzature necessarie, tarate e controllate da un Laboratorio Ufficiale, ai sensi dell'art. 20 della legge 05/11/1971 n. 1086.

L'entità dei lotti da sottoporre a collaudo, il numero e le modalità di prelievo dei campioni, saranno di regola conformi alle norme UN EN ISO377, UNI 552, UNI EN 1002-1, UNI EN 10045-1. La Direzione Lavori ha comunque la facoltà di prelevare in qualunque momento della lavorazione campioni di materiali da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta per verificarne la rispondenza alle Norme di accettazione ed ai requisiti di progetto.

Si precisa che tutti gli acciai dei gradi JR, JO, J2, K2 da impiegare nelle costruzioni dovranno essere sottoposti, in sede di collaudo tecnologico, al controllo della resilienza. Per ogni operazione di collaudo sarà redatto apposito verbale, che sarà firmato dalla Direzione Lavori e dall'Appaltatore. Di questo verbale sarà consegnato l'originale alla Direzione Lavori. Un'altra copia sarà conservata dall'Appaltatore che avrà l'obbligo di esibirla a richiesta della Direzione Lavori, come specificato al successivo paragrafo.

15.1.4.3 *Prefabbricazione*

Le lavorazioni di officina saranno effettuate secondo quanto previsto nell'apposito Piano di fabbricazione.

Per quanto riguarda le tolleranze esecutive si fa riferimento alla norma UNI EN 1090, parti 1 e 2, se non diversamente indicato a progetto. Eventuali deroghe adeguatamente motivate, dovranno essere esplicitamente approvate dalla Direzione Lavori. Deroghe non esplicitamente autorizzate, ancorchè contenute nel piano di fabbricazione, non saranno accettate.

Per ciascuna opera singola o per prototipi di ciascuna serie di opere è prescritto il premontaggio in officina. Eventuali deroghe dovranno essere esplicitamente autorizzate dalla Direzione Lavori.

Alla Direzione Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli collaudati, che le strutture siano conformi ai disegni di Progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

In particolare l'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), secondo le indicazioni della UNI EN 1090-2, purché programmati in modo da evitare eccessive concentrazioni di tensioni residue e di deformazioni permanenti. I trattamenti termici non sono ammessi, in generale, per acciai termomeccanici;
- la saldatura in zone formate a freddo deve rispettare quanto indicato in UNI EN 1993-1-8;
- è ammesso il taglio a ossigeno purché regolare;
- i tagli irregolari devono essere ripassati con la smerigliatrice;
- i fori per bulloni devono essere eseguiti col trapano con assoluto divieto dell'uso della fiamma e presentare superficie interna cilindrica liscia e priva di screpolature e cricche; per le giunzioni con bulloni (normali e ad alta resistenza), le eventuali sbavature sul perimetro del foro dovranno essere asportate mediante molatura locale;

- l’uso di punzonatrici deve essere esplicitamente ammesso a progetto. Ne è consentito l’uso in forature ridotte di almeno 2 mm e successivamente alesate a diametro definitivo;
- i bulloni ad alta resistenza, nel caso di collegamenti a taglio, non dovranno avere il gambo filettato per l’intera lunghezza; la lunghezza del tratto non filettato dovrà essere in generale maggiore di quella delle parti da serrare e si dovrà sempre far uso di rosette sotto la testa e sotto il dado; è tollerato che non più di mezza spira del filetto rimanga compresa nel foro.

Non sono ammesse unioni a taglio per gli elementi soggetti a vibrazioni e/o inversione di sforzo. Per gli elementi di controvento e di diaframma soggetti ad inversione di carico i collegamenti bullonati dovranno comunque essere verificati ad attrito, almeno per la quota parte di carico alternato dovuta alle azioni variabili da traffico. Nelle unioni ad attrito le superfici dovranno presentarsi pulite, prive cioè di olio, grasso, calamina e vernice.

Per coefficienti di attrito superiori a 0,3 si dovranno presentare adeguati test a comprova del coefficiente proposto,ed in ogni caso per superfici verniciate. Al riguardo si fa riferimento ai codici UNI EN 1993-1-1, UNI EN 1993-1-8, UNI EN 1090-1.

15.1.5 Montaggio

L’Appaltatore sottoporrà al preventivo benestare della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la piena responsabilità dell'Appaltatore stesso per quanto riguarda l'esecuzione delle operazioni di montaggio, la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.

Il sistema prescelto potrà essere in alternativa a quello previsto a progetto purchè ne rispetti i livelli di sicurezza e sia idoneo a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel Progetto esecutivo ed in accordo ai tempi contrattuali.

Il progetto di montaggio deve contenere una descrizione esauriente del metodo e una dichiarazione dei livelli di sicurezza ottenuti. Dovrà dare evidenza, fra l’altro, dei seguenti aspetti:

- posizione e tipologia dei giunti di cantiere;
- massima dimensione e peso dei singoli pezzi;
- portata e raggio d’azione delle gru previste, con verifica dei relativi scarichi a terra;
- identificazione di eventuali azioni orizzontali derivanti dal sistema di montaggio e di azioni verticali eccedenti i valori di progetto;
- accessori per garantire accessi e operazioni sicure;
- sequenza di montaggio e descrizione delle varie fasi;
- verifiche di stabilità nelle fasi transitorie;
- requisiti di controventature e/o pile provvisorie;
- condizioni per la rimozione delle strutture provvisorie;
- evidenza delle condizioni di particolare rischio;
- controfrecce, compreso i valori da controllare in via transitoria;
- fasi di getto delle solette per strutture miste acciaio/cls.

Il montaggio non potrà iniziare finchè il cantiere per i lavori di costruzione non soddisfi i requisiti del piano di sicurezza.

Prima di dar corso alla posa in opera degli impalcati dovrà essere consegnato alla Direzione Lavori un verbale di verifica del piano di posa degli stessi controfirmato dall'Appaltatore e dall'eventuale Subappaltatore, in segno di manifesta accettazione. In particolare si fa riferimento alle tolleranze di posa previste dalle norme UNI EN 1090, parti 1 e 2.

Prima del posizionamento in opera degli impalcati, indipendentemente dal metodo di varo, si dovranno controllare:

- geometria di assemblaggio di ogni singolo concio;
- accoppiamento tra conci contigui;
- geometria di controventi e diaframmi, con verifica delle tolleranze foro/bullone;
- controllo a spot degli spessori impiegati;
- acquisizione dei certificati di approvazione da parte di Ente terzo di eventuali giunti saldati di cantiere e relative specifiche di saldatura;
- controlli di serraggio e relative superfici di accoppiamento per eventuali giunti bullonati eseguiti a piè d'opera.

A fine posa in opera degli impalcati e prima di dar corso alle fasi di getto delle solette in c.a., si dovrà controllare quanto segue :

- corrispondenza tra irrigidenti d'anima e asse appoggi;
- contromonte residue;
- verifica delle reazioni con martinetti idraulici.

Relativamente alle modalità di montaggio ed al controllo dei bulloni si farà riferimento alla norma EN 1090-2.

Nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Appaltatore è tenuto a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente fossero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in particolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, e tramvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprassuolo e di sottosuolo.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio delle strutture, si dovrà porre la massima cura per evitare che siano deformate o soprasollecitate.

Le parti a contatto con funi, catene ed altri organi di sollevamento dovranno essere opportunamente protette, tenuto conto tra l'altro che tutte le strutture, prima di essere trasferite a piè d'opera, devono essere trattate in officina con sabbiatura e, per le strutture con acciaio non autoprotetto, con una mano di primer.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto.

In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la controfreccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di Progetto, rispettando le tolleranze previste, con particolare riferimento alle norme UNI EN 1090, parti 1 e 2.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali i bulloni previsti in Progetto non entrino liberamente.

Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone oltre la tolleranza prevista dalle norme in vigore, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore (per sostituzione di bulloni M27 è ammesso l'uso di bulloni M30).

Le superfici di contatto al montaggio, nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza devono presentarsi pulite, prive di olio, scaglie di laminazione, macchie di grasso. Eventuali vernici saranno ammesse soltanto se previste a Progetto ed in conformità ai relativi test per la verifica del coefficiente di attrito.

È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave idraulica purché questo sia controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da Laboratorio Ufficiale in data non anteriore a tre mesi.

Per ogni unione con bulloni l'Appaltatore effettuerà, alla presenza della Direzione Lavori, un controllo di serraggio sul numero di bulloni indicato dalla Direzione Lavori e comunque non infe-riore al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro; se anche un solo bullone non rispondesse alle prescrizioni di serraggio, il controllo dovrà essere esteso a tutti i bulloni. Soltanto in caso di bulloni a precarico garantito meccanicamente il serraggio sarà controllato visivamente.

Dopo il completamento della struttura e prima della esecuzione della prova di carico, l'Appaltatore dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni dandone preventiva comunicazione alla Direzione Lavori.

Nel caso le solette in c.a. siano realizzate mediante l'impiego di coppelle prefabbricate, queste dovranno essere costituite da cls della stessa classe della soletta gettata in opera o superiore. Dovranno inoltre essere sottoposte a prova di carico, nello stabilimento di produzione, con un carico corrispondente al getto in opera incrementato del 50 %. Le frecce di prova dovranno essere inferiori alle corrispondenti teoriche ed i residui inferiori al 10 % delle frecce reali massime, con incrementi nulli per successive ripetizioni di carico.

Prima di dar corso al getto in opera si dovranno controllare:

- numero e diametro dei ferri
- materiale dei ferri di armatura
- entità dei copriferri reali

Il getto della soletta dovrà essere effettuato secondo le fasi di getto previste a progetto. Eventuali modifiche dovranno essere esplicitamente ammesse dal progettista.

15.1.6 Verniciature

15.1.6.1 *Generalità*

Ai sensi di quanto riportato al capitolo 10 delle norme UNI EN 1090-1, tutte le superfici delle strutture in acciaio dovranno essere protette contro la corrosione; la realizzazione della protezione potrà avvenire mediante uno dei due cicli di verniciatura definiti nel presente articolo a seconda che trattasi di superfici in vista o di superfici interne (da prevedersi solo nel caso di cassoni chiusi).

Entrambi i cicli saranno preceduti da un'accurata preparazione mediante sabbiatura.

Particolare cura dovrà essere posta nel trattamento delle superfici in corrispondenza delle giunzioni ad attrito per impedire qualsiasi infiltrazione all'interno dei giunti.

Non saranno accettati prodotti vernicianti che non siano rispondenti alle caratteristiche ed ai requisiti prescritti, restando a totale ed esclusivo carico dell'Appaltatore l'asportazione e la sostituzione di verniciature che non risultassero idonee. Le verniciature dovranno essere eseguite in condizioni d'ambiente idonee alle caratteristiche dei prodotti impiegati.

Non si dovrà procedere ai trattamenti quando temperatura ed umidità dell'aria superano le soglie minima e massima proprie di ciascun prodotto.

Non si dovrà procedere all'applicazione di uno strato fino a che quello precedente non sia perfettamente essiccato.

Tutti gli strati dovranno essere protetti da pioggia o bagnatura in genere per un periodo minimo di 18 h dall'applicazione.

Gli strati dovranno avere tonalità di colore diverse per consentire il controllo della loro applicazione.

Per entrambi i cicli, quello per le superfici in vista e quello per le superfici interne, l'applicazione dovrà essere effettuata secondo lo schema che segue, salvo diverse disposizioni formalmente impartite dalla Direzione Lavori:

In officina, a lavorazioni ultimate:

- sabbiatura di tutte le superfici;
- applicazione a pennello su tutte le zone che presentano tagli e saldature;
- applicazione di uno strato di 150µ ad airless di vernice ferromicacea alluminio "Surface Tollerant".

In opera, ad avvenuto completamento del montaggio:

- spazzolatura delle zone da ritoccare;
- ritocchi con il primo strato del ciclo, spessore equivalente;
- applicazione strato di finitura.

È consentito per le zone di giunti bullonati ad attrito la sabbiatura e la verniciatura con zincante inorganico di spessore consono al coefficiente di attrito richiesto a Progetto e che dovrà essere adeguatamente certificato con prove di scorrimento.

15.1.6.2 *Accettazione dei prodotti vernicianti - Garanzie*

Ad avvenuta consegna dei lavori e prima di dare corso ai cicli di verniciatura previsti, l'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori campioni di tutti i prodotti vernicianti componenti i due cicli, con i relativi diluenti, in contenitori sigillati del peso di 0,500 kg cadauno, nel numero di tre per ogni prodotto.

Ciascun campione dovrà essere accompagnato da schede tecniche riportanti le caratteristiche di composizione ed applicazione del prodotto.

Si provvederà a sottoporre i campioni a prova presso Laboratori di fiducia e verificarne la rispondenza ai requisiti richiesti.

Solo dopo che i laboratori avranno accertato tale rispondenza, la Direzione Lavori formalizzerà l'autorizzazione all'Appaltatore alla applicazione dei cicli, riservandosi di verificare in qualsiasi momento durante il corso dei lavori la conformità dei prodotti impiegati, presenti a piè d'opera, ai campioni sottoposti a prova.

L'Appaltatore è tenuto a garantire la buona esecuzione dei lavori e la conservazione del ciclo applicato per un periodo di sette anni.

La decorrenza della suddetta garanzia inizierà alla data del certificato di ultimazione lavori con l'obbligo di gratuita manutenzione per tutto il periodo di garanzia.

Nel detto periodo l'Appaltatore resta obbligato ad eseguire, a propria cura e spese, i ritocchi e quanto altro si rendesse necessario al fine di mantenere la verniciatura in condizioni di totale efficienza.

Se i lavori di ritocco eseguito nel periodo di garanzia supereranno il 20% della superficie totale, l'Appaltatore sarà tenuto ad eseguire, a sua cura e spese, una totale successiva mano di verniciatura a conguaglio al fine di ripristinare il buon aspetto estetico dell'opera.

L'Appaltatore è tenuto inoltre a garantire la buona conservazione dello strato di primer zincante inorganico eseguito in officina per tutto il periodo intercorrente fino all'esecuzione dello strato intermedio e comunque per almeno un anno.

15.1.6.3 *Preparazione delle superfici*

15.1.6.3.1 Sabbiature

Si procederà preliminarmente alla molatura di tutti gli spigoli per eliminare eventuali sbavature che potrebbero compromettere la continuità dello strato protettivo.

Successivamente saranno eliminate eventuali tracce di grasso da tutte le superfici.

Si effettuerà quindi la sabbiatura a metallo quasi bianco di grado A Sa 2½ degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo la specifica SP 10 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council); dovranno essere impiegati abrasivi fini per ottenere un profilo di incisione compreso tra 0,025 e 0,050 mm.

A sabbiatura ultimata, prima di iniziare la verniciatura, si dovrà procedere alla completa asportazione di residui di ossidi, abrasivi e polvere.

Le superfici sabbiate tassativamente non dovranno essere inumidite prima dell'applicazione dello strato di primer che dovrà essere effettuata entro il termine di 8 h dalla sabbiatura, prima che venga a formarsi un qualsiasi principio di ruggine.

Qualora si verificassero formazioni di ruggine, la sabbiatura dovrà essere ripetuta a cura e spese dell'Appaltatore.

15.1.6.3.2 Spazzolatura

Ad ultimazione del montaggio in opera delle strutture in acciaio, si dovrà procedere alla spazzolatura delle saldature eventualmente eseguite in opera per renderle atte a ricevere il trattamento protettivo.

Si eseguirà quindi la spazzolatura delle superfici interessate da abrasioni, danneggiamenti, ecc., in preparazione dei ritocchi che dovranno essere fatti per ricostituire la continuità dello strato di primer.

La spazzolatura, da effettuarsi con attrezzi meccanici, dovrà essere di grado C St 3 degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo la specifica SP 3 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council).

Prima di procedere alla verniciatura si dovrà procedere alla completa asportazione di ossidi e polveri.

Il trattamento di verniciatura mediante applicazione dello strato di primer dovrà essere effettuato entro il termine di 8 h dalla spazzolatura.

15.1.6.4 *Cicli di verniciatura*

I cicli, tanto per superfici in vista che per quelle interne sono composti da due strati, rispettivamente di primer e di finitura, oltre ai ritocchi in opera sul primer ad avvenuto completamento del montaggio delle strutture.

15.1.6.4.1 Ciclo per superfici esterne

15.1.6.4.1.1 Esecuzione in officina a lavorazione ultimata:

1. sabbiatura grado SA 2½;
2. applicazione a pennello di una mano di vernice del primo strato del ciclo su saldature, tagli e spigoli;
3. applicazione mediante airless di uno strato di 150µ di vernice bicomponente alluminio “Surface Tollerant”:

    - contenuto solido ≥ 80%;

- temperatura minima di applicazione -5°;
- sovraverniciatura (con umidità relativa > 50%).

temperatura	tempi minimi di sovraverniciatura
-5°	60 h
0°	36 h
10°	22 h
15°	16 h
25°	9 h
40°	6 h

15.1.6.4.1.2 Esecuzione in opera ad avvenuto completamento del montaggio

4. spazzolatura delle superfici da ritoccare al grado ST 3, incluse saldature eventualmente eseguite in opera;
5. applicazione a pennello di uno strato della vernice di primo strato ai danneggiamenti preparati ed applicazione ad airless fino al raggiungimento dei 150µ richiesti;
6. applicazione mediante airless dello strato di finitura su tutte le superfici, a base poliuretanica isocianico alifatica bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,050 mm, avente le seguenti caratteristiche:

- contenuto solido > 57%;
- legante poliuretano isocianico alifatico;
- aspetto lucido;
- peso specifico della miscela > 1200 g/l;
- temperatura minima di applicazione 5°.

TABELLA 25 A - Ciclo di verniciatura per superfici in vista					
Esecuzione	in officina		in opera		
Caratteristiche	25.6.4.1.1/a	Primer zincante inorganico	25.6.4.1.2/c	Ritocchi con primer zincante organico	Strato di finitura
		25.6.4.1.1/b		25.6.4.1.2/d	25.6.4.1.2/e
applicazione	Sabbiatura A SA 2½	airless	Spazzolatura C St 3	pennello	airless
spessore film secco mm		0,15		0,15	0,050
componenti n.		2,00		2,00	2,00
peso specifico g/l		≥1390		≥1390	≥1200
contenuto solido		≥80%		≥80%	≥57%
legante		silicato di etile		epossipoliammidico	poliuretano isocianico alifatico
temperatura minima di applicazione		-5°		5°	5°

sovraverniciatur e alle diverse temperature		a -5°: 60h a 0°: 36h a 10°: 22h		a 10°: 22h a 15°: 16h	

15.1.6.4.2 Ciclo per superfici interne

15.1.6.4.2.1 Esecuzione in officina a lavorazione ultimata

Si richiamano integralmente le norme precedenti per i punti 1 e 2.

15.1.6.4.2.2 Esecuzione in opera ad avvenuto completamento del montaggio

Si richiamano integralmente le norme precedenti per i punti 3 e 4.

7. applicazione mediante airless di uno strato a base di epossidiche bicomponenti spessore 75µ aventi le seguenti caratteristiche:

- solido in volume 70%;
- legante epossidico;
- aspetto lucido.

8. applicazione mediante airless dello strato di finitura su tutte le superfici a base di poliuretanica alifatica antingiallente di spessore 50µ avente le seguenti caratteristiche:

- contenuto ≥ 57%;
- legante poliuretanico;
- aspetto lucido;
- peso specifico della miscela: > g/l 1200;
- temperatura minima di applicazione: 5°.

TABELLA 25 B - Ciclo di verniciatura per superfici interne					
Esecuzione	in officina		in opera		
Caratteristiche	25.6.4.2.1/a	Primer zincante inorganico	25.6.4.2.2/c	Ritocchi con primer zincante organico	Strato di finitura
		25.6.4.2.1/b		25.6.4.2.2/d	25.6.4.2.2/e
applicazione	Sabbiatura A SA 2½	airless	Spazzolatura C St 3	pennello	airless
spessore film secco mm		0,15		0,15	0,050
componenti n.		2,00		2,00	2,00
peso specifico g/l		≥1390		≥1390	≥1200
contenuto solido		≥80%		≥70%	≥57%
legante		silicato di etile		epossipoliammidico	poliuretano isocianico alifatico
temperatura minima di applicazione		-5°		5°	5°

sovraverniciature alle diverse temperature		a -5°: 60h a 0°: 36h a 10°: 22h		a 10°: 22h a 15°: 16h	

15.1.6.4.3 Requisiti particolari

15.1.6.4.3.1 Superfici in contatto con il cls

Le superfici che verranno a contatto con calcestruzzo non devono essere rivestite tranne che non sia richiesto nella specifica di progetto. Là dove non sono rivestite, tali superfici devono essere pulite ad aria compressa o a spazzola per rimuovere scorie di laminazione e pulite per rimuovere polvere, olio e grassi. Se le superfici trattate terminano su superfici che devono essere a contatto con calcestruzzo, il sistema di trattamento deve estendersi per almeno 30 mm nell'interfaccia.

15.1.6.4.3.2 Superfici ad attrito

Per le superfici di acciaio che si intende formino un contatto ad attrito con un'altra superficie di acciaio qualsiasi contaminazione con olio delle superfici ad attrito deve essere rimossa usando pulitori chimici e non pulitura a fiamma.

Le superfici ad attrito devono essere protette dopo la preparazione fino all'assemblaggio ed alla chiodatura con coperture resistenti agli agenti atmosferici.

È consentita, per le zone di giunto ad attrito, la sabbiatura e la verniciatura con zincante inorganico di spessore consono al coefficiente di attrito richiesto (a progetto), purchè quest'ultimo venga adeguatamente certificato con prove di scorrimento.

Le aree non trattate intorno al perimetro dei collegamenti serrati non devono essere trattate finché non siano state completate tutte le ispezioni del collegamento.

15.1.6.4.3.3 Superfici delle saldature e per saldature

Se un componente deve essere successivamente saldato, i lembi delle superfici da saldare devono essere protetti per almeno 150 mm con uno strato di 15–20µ di vernice saldabile, certificata a base di etilsilicato di zinco.

Le saldature ed i materiali base adiacenti non devono essere verniciati prima che siano state tolte le scorie.

Un rivestimento addizionale a filetto deve essere applicato alle superfici saldate là dove la mano di fondo è stata applicata sotto la saldatura, se così stabilito dalla specifica di progetto.

15.1.6.4.3.4 Trattamento dei dispositivi di giunzione

Il trattamento dei dispositivi di giunzione deve essere in accordo con quanto segue:

- con la classificazione della protezione alla corrosione precisata nella specifica di progetto;
- con il materiale costituente il dispositivo di giunzione;

- con i materiali adiacenti in contatto con il dispositivo di giunzione quando in posizione e le verniciature su questi materiali;
- con il metodo di serraggio del dispositivo di giunzione;
- con qualunque eventuale necessità di riparare il trattamento del dispositivo di giunzione dopo il serraggio.

I bulloni di fondazione non devono essere trattati, se precisato nella specifica di progetto.

I dispositivi di giunzione, con un pre-trattamento in accordo con la classificazione della protezione alla corrosione precisata nella specifica di Progetto, non devono essere ulteriormente rivestiti dopo l'installazione tranne che non sia stabilito nella specifica di progetto.

Qualsiasi trattamento dei dispositivi di giunzione che si renda necessario dopo l'installazione non deve essere eseguito finché non sia stata completata l'ispezione dei dispositivi di giunzione.

15.1.6.5 *Ciclo di verniciatura con pittura ignifuga intumescente*

Verniciatura protettiva di strutture metalliche costituita da pittura ignifuga intumescente atta all'isolamento al fuoco e ritardante la propagazione della fiamma mediante reazione ad effetto schiumogeno.

Il trattamento protettivo della carpenteria metallica trattata con vernice intumescente dovrà essere il seguente:

1. In officina:

- sabbiatura A SA2½ delle norme SIS;
- applicazione di uno strato di primer zincante inorganico con spessore del film secco pari 0,080 mm.

2. In opera:

- operazioni di pulizia, eliminazione di polvere e parti incoerenti previo lavaggio, sgrassaggio delle superfici, accurata spazzolatura meccanica e/o manuale delle zone eventualmente deteriorate;
- ritocchi, ove necessario, con primer epossipoliammidico del tipo "surface tolerant", dato a pennello, per uno spessore di film secco pari a 0,100 mm;
- strato generale di collegamento fra lo zincante inorganico ed il rivestimento intumescente;
- epossipoliammidico al fosfato di zinco con spessore 0,070 mm;
- applicazione di rivestimento intumescente, idoneo a conferire, ad ogni singolo elemento (lamiere, profilati, ecc.) in base alla propria resistività, la resistenza al fuoco di classe R 30 (30 minuti) in grado di sopportare l'esposizione agli agenti atmosferici per almeno 6 mesi senza degradarsi in assenza dello strato di protezione superficiale. Al fine di raggiungere la classe di resistenza al fuoco prescritta lo spessore del film secco dovrà essere minimo di 0,250 mm. Il rivestimento dovrà essere applicato in 1 (una) mano a spruzzo airless;

- applicazione dello strato finale, a spruzzo airless, con funzioni estetico protettive a base di resine poliuretaniche alifatiche, dato in almeno 2 strati, per uno spessore complessivo non inferiore a 0,130 mm.

Il prodotto costituente il rivestimento intumescente dovrà essere certificato in base alla curva temperatura/tempo ISO 834, secondo BS 476 e rispondere a quanto specificato nella circolare del Ministero degli Interni n. 91 e nella normativa UNI 9503.

Circa le temperature, i tempi ed il grado di umidità per le operazioni di sovraverniciatura si farà riferimento a quanto indicato dalla Direzione Lavori.

15.2 Apparecchi d'appoggio e dispositivi antisismici

Il presente Capitolato definisce le caratteristiche degli apparecchi d'appoggio e dei dispositivi antisismici.

Per quanto riguarda gli apparecchi d'appoggio, sono oggetto di queste Norme i seguenti apparecchi:

1. elementi di scorrimento (sliding elements)
2. apparecchi d'appoggio elastomerici
3. apparecchi d'appoggio a rullo (roller bearings)
4. apparecchi d'appoggio a disco elastomerico confinato (pot bearings)
5. apparecchi d'appoggio a contatto lineare o puntuale (rocker bearings)
6. apparecchi d'appoggio sferici e cilindrici aventi superfici di scorrimento in PTFE (politetrafluoroetilene) (spherical and cylindrical PTFE bearings)

Gli apparecchi elencati da 2 a 6 (con la parziale eccezione degli apparecchi elastomerici), sono da intendere come appoggi fissi che consentono rotazioni attorno ad un unico asse (apparecchi a cerniera cilindrica) o a un qualsiasi asse (apparecchi a cerniera sferica) del piano orizzontale. Tali apparecchi, accoppiati con gli elementi scorrevoli definiti in a, realizzano apparecchi d'appoggio mobili, in grado di permettere, oltre alle rotazioni viste, il movimento in una direzione (apparecchi monodirezionali) o in più direzioni (apparecchi multidirezionali) del piano orizzontale.

Per quanto riguarda i dispositivi antisismici, sono oggetto di queste Norme i seguenti dispositivi:

- dispositivi dissipatori;
- dispositivi isolatori;
- dispositivi di vincolo ausiliario (Shock Tranmissions Units).

15.2.1 Riferimenti normativi

- UNI EN 1337-1 Appoggi strutturali – Regole generali di progetto
- UNI EN 1337-2 Appoggi strutturali – Elementi di scorrimento
- UNI EN 1337-3 Appoggi strutturali – Appoggi elastomerici
- UNI EN 1337-4 Appoggi strutturali – Appoggi a rullo
- UNI EN 1337-5 Appoggi strutturali – Appoggi a disco elastomerico

- UNI EN 1337-6 Appoggi strutturali – Appoggi a contatto lineare
- UNI EN 1337-7 Appoggi strutturali – Appoggi sferici e cilindrici di PTFE
- UNI EN 1337-9 Appoggi strutturali - Protezione
- UNI EN 1337-10 Appoggi strutturali – Ispezione e manutenzione
- UNI EN 1337-11 Appoggi strutturali – Trasporto, immagazzinamento e installazione
- Legge n.1086 5 Novembre 1971: “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica” e D.M.Infrastrutture 17/01/2018 in vigore
- Decreto Ministeriale 04.05.90: "Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali"
- Ordinanza Ministeriale n.3274 20 Marzo 2003, e Successive Modifiche e Integrazioni: “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica”

15.2.2 Apparecchi d’appoggio

15.2.2.1 *Generalità*

Gli appoggi, accoppiati o meno con elementi scorrevoli, sono dispositivi che consentono la rotazione tra due membri di una struttura, impedendo gli spostamenti e di conseguenza trasmettendo le forze nelle tre direzioni (appoggi fissi), consentendo lo spostamento in una direzione del piano orizzontale (appoggi unidirezionali) o in ogni direzione del piano orizzontale (appoggi multidirezionali). Caso particolare è costituito dagli apparecchi elastomerici che permettono limitati spostamenti in ogni direzione del piano orizzontale, generando forze proporzionali alle corrispondenti traslazioni.

Gli appoggi devono essere disposti in modo che sia possibile, in caso di necessità, effettuare ispezioni, operazioni di manutenzione e sostituzione degli stessi o di parti di questi, allo scopo di garantirne la funzionalità per l'intera durata prevista della struttura.

Gli appoggi devono essere realizzati in modo da permettere il movimento specificato con la minor forza di reazione possibile.

Se possibile, si deve evitare la preregolazione. Se necessaria, la preregolazione richiesta deve essere eseguita presso l'impianto di fabbricazione. Se non è possibile evitare una nuova regolazione in sito, questa deve essere eseguita solo dal fabbricante dell'appoggio o sotto la sua supervisione.

Tutti gli appoggi devono essere marcati con il nome del fabbricante e il luogo di fabbricazione, l'anno di fabbricazione e un numero di serie che deve essere un numero individuale e univoco per ogni tipo di appoggio. Inoltre tutti gli appoggi diversi dagli appoggi elastomerici devono essere marcati con le informazioni seguenti:

- tipo di appoggio;
- numero d'ordine del fabbricante;
- carichi nominali massimi per forze verticali e orizzontali;
- spostamenti nominali massimi;

- posizione nella struttura;
- direzione di installazione.

Con l'eccezione delle ultime due voci, queste marcature devono essere visibili e comprensibili per tutta la vita utile dell'appoggio.

15.2.2.2 *Elementi di scorrimento*

15.2.2.2.1 Generalità

Gli elementi di scorrimento e le guide sono dispositivi composti da piastre di supporto con finitura curva o piana e superfici di scorrimento a bassissimo coefficiente di attrito che, in combinazione con gli appoggi strutturali fissi descritti nel presente articolo, consentono e regolano i movimenti nel piano orizzontale.

La deformazione dei materiali di scorrimento non va presa in conto per ottenere rotazioni.

15.2.2.2.2 Requisiti funzionali

I requisiti funzionali, espressi in termini di massimi coefficienti di attrito a breve e lungo termine delle superfici di contatto, in funzione della composizione delle superfici stesse, sono riportati dalle Tabelle 1-2-3-4 della UNI EN 1337–2.

15.2.2.2.3 Proprietà dei materiali

In assenza di standard specifici, le prove sui materiali saranno conformi alle procedure indicate nelle Appendici D-E-F-G-H della UNI EN 1337 – 2.

Superfici di scorrimento di PTFE : il politetrafluoroetilene è un materiale termoplastico che presenta, a contatto con una superficie metallica lucidata, un coefficiente d'attrito molto basso, tendente a diminuire con l'aumento della pressione di contatto e con la diminuzione della velocità di scorrimento. Il materiale grezzo dei fogli di PTFE costituenti le superfici di scorrimento su cui si esercitano reazioni di lunga durata è politetrafluoroetilene vergine, senza aggiunta di materiali rigeneranti o di cariche, in conformità alle caratteristiche meccaniche, fisiche e geometriche del Paragrafo 5.2 della UNI EN 1337–2. I fogli di PTFE per superfici di scorrimento piane o curve su cui si esercitano reazioni di lunga durata (sono escluse le superfici delle guide) saranno dotati di tasche di lubrificazione (PTFE alveolato).

Materiali compositi (CM1 e CM2) : per le superfici di scorrimento impegnate da reazioni di breve durata, come ad esempio le superfici delle guide, è ammesso l'impiego di materiali compositi di due tipi: il primo (CM1) formato da una lastra di supporto e uno strato intermedio di bronzo con uno strato superficiale costituito da una miscela di PTFE e piombo, il secondo (CM2) formato da una matrice metallica flessibile sinterizzata in un composto di PTFE (PTFE + filler). Le caratteristiche meccaniche e fisiche dei materiali compositi costituenti le superfici di scorrimento sono riportate della Tabella 6 e 7 della UNI EN 1337–2.

Superfici di scorrimento di acciaio austenitico : lamiere di acciaio austenitico possono essere utilizzate per la realizzazione di superfici di scorrimento piane o curve. Le superfici a contatto con il PTFE saranno

lucidate. Materiale e caratteristiche superficiali saranno conformi ai Par. 5.4.1 e 5.4.2 della UNI EN 1337–2.

Superfici rivestite in cromo : per superfici di scorrimento curve possono essere usate superfici cromate. Il rivestimento dovrà interessare l'intera superficie curva della piastra di supporto; il processo di lavorazione, le specifiche dei materiali e le caratteristiche superficiali saranno conformi al Par. 5 della UNI EN 1337–2.

Materiali per piastre di supporto : i materiali previsti per la realizzazione delle piastre di supporto sono metalli a base ferrosa, in particolare ghisa, acciaio fuso e acciaio inossidabile; l'elemento convesso di superfici sferiche o cilindriche può essere costituito da lega d'alluminio. Materiali e trattamenti superficiali saranno conformi ai Par. 5.5.6 e 5.5.7 della UNI EN 1337–2.

Lubrificanti : Le superfici di scorrimento dovranno essere lubrificate per ridurre la resistenza d'attrito e l'usura delle superfici di PTFE. Il lubrificante, in conformità alle caratteristiche fisico-chimiche della Tabella 8 della UNI EN 1337–2, dovrà mantenere le sue proprietà nel range di temperatura specificato e non dovrà resinificare, né risultare aggressivo per i materiali a contatto.

15.2.2.2.4 Requisiti di progetto

15.2.2.2.4.1 Combinazioni di materiali per superfici di scorrimento

I materiali per le superfici di scorrimento saranno accoppiati come definito nella tabella seguente. Solo una combinazione potrà essere usata nella stessa superficie di scorrimento:

Tabella 2. **Combinazioni materiali per superfici di scorrimento**

SUPERFICI PIANE		SUPERFICI CURVE		GUIDE	
PTFE puntinato	Acciaio austenitico	PTFE puntinato	Acciaio austenitico	PTFE semplice	Acciaio austenitico
			cromo	CM1	
			alluminio	CM2	

15.2.2.2.4.2 Fogli di PTFE

I fogli di PTFE saranno disposti in uno specifico alloggiamento, ricavato nella piastra di supporto. Dopo l'installazione il foglio di PTFE dovrà sporgere dall'estradosso dell'alloggiamento di una quantità h, per facilitare le misurazioni di controllo.

Lo spessore dei fogli di PTFE t_p e della sporgenza h, in assenza di carico e in presenza della protezione anticorrosiva, dovrà rispettare i seguenti limiti:

$h = 1.75 + L/1200$ (mm) e comunque ≥ 2.2 mm

$2.2\ h < t_p < 8.0$ mm

dove L è il diametro del foglio circolare o la lunghezza del foglio rettangolare di FPTE, come definiti nelle fig. 3-4-5 della UNI EN 1337–2.

I fogli di PTFE piani per superfici di scorrimento planari saranno circolari o rettangolari e potranno essere suddivisi in un massimo di quattro parti uguali, la cui dimensione minima non potrà essere inferiore a 50 mm e la cui distanza reciproca non potrà superare il doppio dello spessore della piastra di supporto o del foglio di PTFE (quale sia il minore).

I fogli di PTFE curvi per superfici di scorrimento cilindriche saranno rettangolari e potranno essere suddivisi in un massimo di due parti uguali.

I fogli di PTFE curvi per superfici di scorrimento sferiche saranno circolari e potranno essere suddivisi in un disco interno e un anello esterno concentrici, suddivisi da un anello della piastra di supporto, la cui larghezza non supererà 10 mm.

I fogli di PTFE per guide avranno uno spessore minimo di 5,5 mm e una sporgenza di 2,3 mm +/- 0,2 mm.

15.2.2.2.4.3 Materiali compositi

I materiali compositi saranno usati solo quando è possibile un auto-allineamento tra le parti accoppiate dell'appoggio. La dimensione minima della lamina deve essere maggiore o uguale a 10 mm.

15.2.2.2.4.4 Guide

Le guide possono essere usate per sopportare azioni laterali dovute a carichi permanenti e variabili. Le guide possono essere disposte centralmente o esternamente alla superficie di scorrimento. I materiali di scorrimento saranno disposti sulle pareti contigue delle guide; il gioco c tra i componenti scorrevoli in condizioni di riposo deve essere:

$c < 1{,}0 \text{ mm} + L(\text{mm})/1000$

con L definito ai punti precedenti

15.2.2.2.4.5 Lamiere di acciaio austenitico

Le lamiere di acciaio austenitico devono essere dimensionate in modo tale da ricoprire completamente i fogli di PTFE o di materiale composito sotto il massimo spostamento di progetto. Il loro spessore, in funzione del metodo di collegamento alla piastra di supporto, sarà in accordo alla Tabella 13 della UNI EN 1337–2.

15.2.2.2.4.6 Resistenze caratteristiche dei materiali di scorrimento

Le resistenze caratteristiche a compressione dei materiali di scorrimento sono riportate nella seguente tabella. I valori dati sono validi per temperature effettive inferiori a 30°. Per temperature comprese tra i 30° e i 48°, i valori riportati saranno ridotti del 2% per grado al di sopra dei 30°, allo scopo di ridurre gli effetti viscosi del PTFE.

Tabella 3. **Resistenze caratteristiche a compressione dei materiali di scorrimento**

MATERIALE	AZIONE	F_K (MPa)
PTFE (sup.principali)	Carichi permanenti e variabili	90
PTFE (guide)	Carichi variabili	90
	Temperatura, ritiro e viscosità	30
	Carichi permanenti	10
CM1	Carichi permanenti e variabili orizzontali	200
CM2	Carichi permanenti e variabili orizzontali	120

15.2.2.2.4.7 Coefficienti di attrito

I coefficienti di attrito da utilizzare per verificare l'apparecchio di appoggio e la struttura a cui esso è collegata sono riportati nella tabella seguente. Tali valori non saranno applicati in presenza di consistenti azioni dinamiche, come sono ad esempio le azioni sismiche. I valori riportati sono validi solo per PTFE alveolato e lubrificato.

Tabella 4. **Coefficienti di attrito μmax**

Pressione di contatto σ_p (MPa)	≤ 5	10	20	≥ 30
PTFE – Acciaio austenitico o cromo	0.08	0.06	0.04	0.030 (0.025)*
PTFE - alluminio	0.12	0.09	0.06	0.045 (0.038)*
*per superfici di scorrimento curve				

Per le guide, i valori del coefficiente di attrito, considerati indipendenti dalla pressione di contatto, sono i seguenti:

- PTFE : $\mu_{max} = 0,08$
- Materiali compositi : $\mu_{max} = 0,20$

15.2.2.2.4.8 Verifiche locali delle superfici di scorrimento

15.2.2.2.4.8.1 Generalità

Le superfici di scorrimento saranno dimensionate e verificate tenendo conto di tutte le azioni attive trasmesse dalla struttura e di quelle antagoniste generate in corrispondenza delle libertà consentite.

15.2.2.2.4.8.2 Separazione delle superfici di scorrimento

La separazione delle superfici di scorrimento può condurre alla perdita di lubrificante, all'usura da contaminazione e all'incremento di deformazione dovuto alla mancanza di confinamento del PTFE. Per questo motivo si richiede che la tensione normale minima di contatto σ_p sia al più nulla, condizione considerata come stato limite di servizio.

15.2.2.2.4.8.3 Verifiche a compressione

Pressioni eccessive possono causare perdita di efficienza dello scorrimento. Si richiede pertanto la verifica a compressione allo stato limite ultimo delle superfici a contatto in conformità al par. 6.8.3 della UNI EN 1337–2.

15.2.2.2.4.9 Verifiche locali delle piastre di supporto

15.2.2.2.4.9.1 Generalità

Il PTFE e i materiali di scorrimento ad esso accoppiati devono essere sostenuti da piastre metalliche (piastre di supporto) con superfici piane o curve. Il progetto di queste deve tener conto del controllo delle deformazioni, della esatta valutazione delle sezioni resistenti, della adeguata rigidezza per il trasporto e l'installazione secondo il par. 6.9.3 della UNI EN 1337–2 e della distribuzione dei carichi alle strutture adiacenti secondo il par. 6.9.4 della UNI EN 1337–2.

15.2.2.2.4.9.2 Verifica della deformazione

Una deformazione eccessiva delle piastre di supporto comporterebbe usura elevata del PTFE e decadimento a lungo termine delle caratteristiche del dispositivo di scorrimento. Si richiede per questo la verifica della deformazione secondo il par. 6.9.2 della UNI EN 1337–2.

15.2.2.2.5 Manifattura, assemblaggio e tolleranze

15.2.2.2.5.1 Piastra di supporto

I bordi dell'incasso destinato a contenere i fogli di PTFE devono essere a spigolo vivo e retto per limitare il rifluimento del PTFE. Il raggio alla base dell'incasso non deve superare 1 mm.

In linea teorica il PTFE deve aderire all'incasso senza giochi. Tolleranze discontinue saranno ammesse in conformità alla Tabella 12 della UNI EN 1337–2.

I requisiti di planarità delle superfici saranno in accordo ai par. 7.1.2 e 7.1.3 della UNI EN 1337–2.

15.2.2.2.5.2 Collegamento dei materiali di scorrimento

Lamiera di acciaio austenitico : le lamiere devono essere collegate alle relative piastre di supporto mediante una delle modalità riportate dalla Tabella 13 della UNI EN 1337–2.

Fogli di PTFE : nel caso di piastre di supporto piane i fogli vanno confinati negli appositi alloggiamenti secondo le prescrizioni viste al punto precedente. I fogli di PTFE usati per le guide saranno incollati allo scopo di facilitare le operazioni di assemblaggio.

Materiali compositi : I materiali compositi saranno collegati mediante incollaggio, accompagnato da un collegamento meccanico da realizzare al di fuori della superficie di scorrimento.

15.2.2.2.5.3 Protezione contro la contaminazione e la corrosione

Prima delle operazioni di assemblaggio, tutte le superfici di scorrimento devono essere pulite. Durante l'assemblaggio, saranno prese precauzioni per impedire la contaminazione delle superfici lubrificate. Devono essere previsti dispositivi specifici per prevenire la contaminazione degli elementi di scorrimento; tali dispositivi devono essere rimovibili per facilitare l'ispezione.

I requisiti generali relativi alla protezione contro la corrosione sono dati nella EN 1337-9. Ulteriori requisiti relativi al caso particolare delle superfici di scorrimento sono forniti nel par. 7.3 della UNI EN 1337–2.

15.2.2.2.5.4 Lubrificazione

Dopo la pulitura e prima dell'assemblaggio, i fogli di PTFE dotati di tasche di lubrificazione devono essere lubrificati in modo che tutte le tasche risultino colme. Le superfici di scorrimento delle guide saranno trattate stendendo un sottile strato di lubrificante sulla superficie e rimuovendo le eccedenze.

15.2.2.2.5.5 Superfici di riferimento per l'installazione

Allo scopo di assicurare l'allineamento dell'appoggio in accordo alla UNI EN 1337–11, deve essere prevista sull'elemento scorrevole una superficie di riferimento o un opportuno dispositivo avente la stessa funzione.

15.2.2.2.6 Valutazione di conformità

La valutazione di conformità del prodotto e della sua manifattura alla Normativa Europea, comprendente controllo di materiali e lavorazioni, esecuzione di prove e ispezioni con eventuali 'audit-testing' effettuati da parti terze, redazione di documentazione e certificati attestanti la qualità dei materiali costituenti e del prodotto finale, ecc., sarà in accordo al par. 8 della UNI EN 1337–2; le procedure di controllo di produzione saranno conformi all'Appendice K della UNI EN 1337–2.

Il controllo delle materie prime e dei componenti degli elementi di scorrimento sarà conforme alla Tabella 16 della UNI EN 1337–2.

Il controllo del prodotto finito, comprendente test iniziali di tipo ed eventuali 'audit testing', sarà conforme alla Tabella 15 della UNI EN 1337–2.

15.2.2.2.7 Installazione

Dopo l'installazione e il completamento della sovrastruttura, la deviazione dell'elemento di scorrimento dalla configurazione specificata non dovrà eccedere il 0,3%.

15.2.2.2.8 Criteri per ispezioni in servizio

Durante le ispezioni di servizio, da condurre in accordo alla UNI EN 1337–10, sarà controllato in particolare il valore della sporgenza h, come definita in precedenza, verificando che risulti:

h > 1 mm

Se risulta 0 < h < 1 mm, l'elemento di scorrimento è considerato ancora idoneo, ma sono richieste ispezioni più frequenti. Se risulta h = 0 l'elemento di scorrimento non sarà più considerato idoneo.

15.2.2.3 *Appoggi elastomerici*

15.2.2.3.1 Generalità

Gli appoggi elastomerici (armati) sono elementi di forma rettangolare o circolare, costituiti da strati di gomma combinati con lamierini d'acciaio vulcanizzati alla gomma. La vulcanizzazione ha il duplice scopo di proteggere l'acciaio dalla corrosione e di trasmettere le azioni tangenziali dalla gomma al lamierino. Tali appoggi devono essere ottenuti mediante lavorazione in appositi stampi a pianta circolare o rettangolare previa approvazione della Direzione Lavori; non sono ammessi appoggi ricavati per taglio d'elementi di dimensioni superiori.

Non sono ammessi appoggi elastomerici non armati.

Non sono ammessi appoggi elastomerici con elementi di PTFE vulcanizzati direttamente alla gomma, disposti superiormente od inferiormente.

Gli appoggi elastomerici possono essere combinati con dispositivi che possono estenderne il campo di utilizzo, come dispositivi di scorrimento in accordo alla UNI EN 1337–2, sia temporanei che permanenti, o sistemi di vincolo in qualsiasi direzione.

Il presente documento, in riferimento alla UNI EN 1337–3, tratta appoggi elastomerici con dimensioni massime in pianta pari a 1200x1200 mm, destinati all'utilizzo con temperature operative comprese tra -25° e +50° (+70° per brevi periodi). In caso di temperature operative molto basse (-40°) sono richiesti requisiti particolari del modulo di taglio della gomma.

15.2.2.3.2 Caratteristiche e requisiti funzionali

15.2.2.3.2.1 Premessa

Gli appoggi elastomerici consentono traslazioni in una qualsiasi direzione e rotazioni attorno a un qualsiasi asse per mezzo di deformazioni elastiche. In tal modo è possibile sia trasmettere le sollecitazioni sia consentire gli spostamenti, in accordo alle risultanze progettuali.

Benché gli appoggi elastomerici siano progettati per assorbire il taglio, essi non saranno impiegati per opporre resistenza a una azione esterna di taglio applicata permanentemente.

Nei punti successivi sono definite le caratteristiche quantificabili degli appoggi elastomerici riferite al prodotto finito, determinabili attraverso specifiche prove.

15.2.2.3.2.2 Modulo di elasticità tangenziale G_g

Il modulo di elasticità tangenziale G_g è determinato sulla base di prove a diverse temperature o dopo invecchiamento, in accordo alle procedure specificate dall'Appendice F della UNI EN 1337–3.

Modulo di elasticità tangenziale a temperatura ordinaria: il modulo Gg a temperatura nominale (23°+2°) dell'appoggio dovrà essere conforme ai valori seguenti:

G_g = 0.9 MPa

G_g = 0.7 MPa *

G_g = 1.15 MPa *

I valori ottenuti dai test dovranno essere conformi alle tolleranze seguenti

G_g = 0.9 MPa + 0.15 MPa

G_g = 0.7 MPa $\pm$ 0.10 MPa *

G_g = 1.15 MPa $\pm$ 0.20 MPa *

*) solo se espressamente richiesto dal progettista

Modulo di elasticità tangenziale a basse e bassissime temperature: il modulo di taglio dovrà essere conforme ai par.4.3.1.2 e 4.3.1.3 della UNI EN 1337–3.

Modulo di elasticità tangenziale dopo invecchiamento: il modulo di taglio ad invecchiamento indotto (3 giorni a 70°) dovrà essere conforme al par.4.3.1.4 della UNI EN 1337–3.

15.2.2.3.2.3 Resistenza di adesione

Scopo del test è il controllo della adesione tra la gomma e i lamierini d'acciaio interposti. La resistenza di adesione tra gomma e lamiere d'acciaio è determinata in accordo al par. 4.3.2 e alle procedure specificate dall'Appendice G della UNI EN 1337–3.

15.2.2.3.2.4 Modulo di elasticità a compressione

Il modulo di elasticità a compressione è determinato in accordo al par. 4.3.3 e alle procedure specificate dall'Appendice H della UNI EN 1337–3.

15.2.2.3.2.5 Resistenza a carico ripetuto di compressione

La resistenza a carico ripetuto di compressione è determinata in accordo al par. 4.3.4 e alle procedure specificate dall'Appendice I della UNI EN 1337–3.

15.2.2.3.2.6 Capacità di rotazione statica

Scopo del test è la determinazione del comportamento dell'appoggio in condizioni di rotazione da carico statico nei casi in cui la prestazione richiesta in termini di rotazione sia critica. Si possono determinare due grandezze relative alla capacità rotazionale dell'appoggio, il massimo angolo di rotazione e il momento antagonista trasmesso dall'appoggio alla struttura. La capacità di rotazione statica è determinata in accordo al par. 4.3.5 e alle procedure specificate dalle Appendici J e K della UNI EN 1337–3.

15.2.2.3.2.7 Resistenza all'ozono

La resistenza all'ozono è determinata in accordo al par. 4.3.6 e alle procedure specificate dall'Appendice L della UNI EN 1337–3.

15.2.2.3.3 Proprietà dei materiali

15.2.2.3.3.1 Elastomero

L'elastomero utilizzato come materiale grezzo negli apparecchi elastomerici è costituito da gomma naturale o sintetica (policloroprene). Si ammette la miscelazione con altro polimero come coadiuvante di processo fino a percentuali pari al 5%.

Le proprietà fisiche e meccaniche dell'elastomero saranno conformi alla Tabella 1 della UNI EN 1337–3.

15.2.2.3.3.2 Lamierini d'acciaio

I lamierini interni ed esterni saranno in acciaio di grado S235 secondo la EN 10025 o in acciaio con equivalente allungamento a rottura. Gli spessori minimi saranno in accordo al par. 4.4.3 della UNI EN 1337–3.

15.2.2.3.3.3 Superfici di scorrimento

Elementi di scorrimento in PTFE, accoppiati a lamine in acciaio austenitico, possono essere inseriti in una piastra metallica vulcanizzata all'elastomero, secondo quanto specificato al par. 4.4.3 della UNI EN 1337–3.

15.2.2.3.4 Regole di progetto

Per le regole di Progetto si rimanda integralmente al par. 5 della UNI EN 1337–3.

15.2.2.3.5 Tolleranze di manifattura

Le tolleranze relative alle dimensioni in pianta e agli spessori degli strati di elastomero interni ed esterni, dei lamierini d'acciaio e degli spessori totali dell'appoggio saranno in accordo al par. 6 della UNI EN 1337–3.

15.2.2.3.6 Valutazione di conformità

La valutazione di conformità del prodotto e della sua manifattura alla Normativa Europea, comprendente controllo di materiali e lavorazioni, esecuzione di prove e ispezioni con eventuali 'audit-testing' effettuati da parti terze, redazione di documentazione e certificati attestanti la qualità dei materiali costituenti e del prodotto finale, ecc., sarà in accordo al par. 8 della UNI EN 1337–3; le procedure di controllo di produzione saranno conformi all'Appendice N della UNI EN 1337–3

Il controllo delle materie prime degli appoggi elastomerici sarà conforme alla Tabella 8 della UNI EN 1337–3.

Il controllo del prodotto finito, comprendente test iniziali di tipo, test di routine ed eventuali 'audit testing', sarà conforme alle Tabelle 6-7-8 della UNI EN 1337–3.

15.2.2.3.7 Installazione

Gli appoggi elastomerici andranno alloggiati preferibilmente su baggioli, le cui superfici di posa devono essere asciutte, pulite e integre. Tali superfici saranno piane e orizzontali, ammettendo una tolleranza massima di planarità pari a:

- 0,3% per appoggi di strutture in c.a. prefabbricate o metalliche
- 1% per appoggi di strutture in c.a. gettate in opera

Se l'impalcato è costruito in opera direttamente sugli apparecchi d'appoggio, è opportuno interporre tra appoggio e struttura delle coppelle prefabbricate in c.a., immorsate nel getto della sovrastruttura.

È inoltre conveniente posizionare gli eventuali appoggi rettangolari con il lato minore parallelo all'asse della trave in modo da permettere una maggiore rotazione.

Non è consentito l'incollaggio degli appoggi elastomerici alle strutture.

15.2.2.3.8 Criteri per ispezioni in servizio

Durante le ispezioni di servizio, da condurre in accordo alla UNI EN 1337–10, sarà controllato in particolare quanto segue.

Le superfici superiore ed inferiore dell'appoggio saranno in contatto integrale con le parti strutturali collegate.

Si effettuerà una ispezione visiva delle facce accessibili dell'appoggio per l'individuazione di eventuali fessure, distacchi, rigonfiamenti e irregolarità dell'appoggio stesso.

Si effettuerà una ispezione visiva delle parti strutturali a contatto dell'appoggio per l'individuazione di eventuali scostamenti dell'appoggio dalla sua posizione originale.

15.2.2.4 *Appoggi a disco elastomerico confinato*

15.2.2.4.1 Generalità

Gli appoggi a disco elastomerico confinato sono costituiti da un disco di gomma non armata confinato entro un basamento inferiore e un pistone superiore, entrambi metallici. L'apparecchio è completato da una guarnizione interna disposta sul bordo superiore della superficie di gomma per impedire la fuoriuscita di materiale elastomerico e da una guarnizione esterna disposta tra basamento e pistone, per proteggere il corpo interno da umidità e detriti.

Per ridurre l'attrito tra cuscinetto e componenti metallici, e di conseguenza limitare l'usura e l'entità del momento parassita alla rotazione, è previsto l'uso di un lubrificante.

Allo scopo di consentire traslazioni nel piano orizzontale, gli appoggi a disco elastomerico possono essere accoppiati con elementi di scorrimento in accordo alla UNI EN 1337–2.

15.2.2.4.2 Caratteristiche e requisiti funzionali

Gli appoggi a disco elastomerico trasmettono forze verticali e orizzontali, consentendo, grazie alla deformazione del cuscinetto di gomma, rotazioni attorno a un asse qualsiasi (cerniera sferica).

15.2.2.4.3 Materiali

Il basamento e il pistone saranno realizzati in materiali ferrosi; il materiale elastomerico usato per il cuscinetto deve essere gomma naturale o policloroprene. Il lubrificante non deve essere dannoso per l'elastomero e gli altri componenti dell'appoggio e non deve causare rigonfiamenti eccessivi dell'elastomero (variazioni di peso > 8%). Tutti i materiali saranno conformi a quanto specificato al par. 5 e nell'Appendice A (guarnizioni interne) della UNI EN 1337–5. Lo scorrimento accumulato normalizzato della guarnizione interna, come definito nella Appendice E della UNI EN 1337–5, dovrà essere conforme alla classe C (2000 m).

15.2.2.4.4 Regole di progetto

Per le regole di Progetto si rimanda integralmente al par. 6 della UNI EN 1337–5.

15.2.2.4.5 Tolleranze

Le tolleranze relative a spessore del cuscinetto, parallelismo delle superfici esterne, accoppiamento dei componenti e rugosità superficiale, saranno in accordo al par. 7 della UNI EN 1337–5.

15.2.2.4.6 Valutazione di conformità

La valutazione di conformità del prodotto e della sua manifattura alla Normativa Europea, comprendente controllo di materiali e lavorazioni, esecuzione di prove e ispezioni con eventuali 'audit-testing' effettuati da parti terze, redazione di documentazione e certificati attestanti la qualità dei materiali costituenti e del prodotto finale, etc., sarà in accordo al par. 8 della UNI EN 1337–5; le procedure di controllo di produzione saranno conformi all'Appendice C della UNI EN 1337–5.

Il controllo delle materie prime degli appoggi a disco elastomerico sarà conforme al Prospetto 1 della UNI EN 1337–5.

Il controllo del prodotto finito, comprendente test iniziali di tipo, test di routine ed eventuali 'audit testing', sarà conforme Prospetto 2 della UNI EN 1337–5.

15.2.2.4.7 Installazione

Gli appoggi a disco elastomerico saranno installati con una tolleranza massima di +/- 0,003 rad rispetto alla inclinazione di Progetto delle superfici di contatto.

15.2.2.4.8 Criteri per ispezioni in servizio

Durante le ispezioni di servizio, da condurre in accordo alla UNI EN 1337–10, saranno verificati in particolare aspetti quali l'eventuale estrusione dell'elastomero, la presenza di detriti da usura, la posizione anomala del pistone di chiusura.

15.2.2.5 *Appoggi a contatto lineare o puntuale*

15.2.2.5.1 Generalità

Gli appoggi a contatto lineare o puntuale sono costituiti da due piastre metalliche variamente sagomate a contatto e libere di ruotare reciprocamente. Se una delle piastre è sagomata a calotta cilindrica e l'altra è piana, il contatto e la rotazione avvengono lungo una generatrice del cilindro (contatto lineare); se una delle superfici è sagomata a calotta sferica (concava) o è piana e l'altra è sagomata a calotta sferica (convessa) di raggio inferiore alla prima, il contatto e la rotazione avvengono in un punto (contatto puntuale). Allo scopo di consentire traslazioni nel piano orizzontale, gli appoggi a contatto possono essere accoppiati con elementi di scorrimento in accordo alla UNI EN 1337–2.

15.2.2.5.2 Caratteristiche e requisiti funzionali

Gli appoggi a contatto lineare permettono rotazioni attorno alla linea di contatto, realizzando una cerniera cilindrica, gli appoggi a contatto puntuale rotazioni attorno a un asse qualsiasi, realizzando una cerniera sferica. Gli appoggi a contatto trasmettono forze verticali e orizzontali; per la trasmissione delle forze orizzontali gli apparecchi a contatto lineare sono dotati di perni sollecitati a taglio, calettati su una delle due piastre, mentre, nel caso di apparecchi a contatto lineare, le azioni orizzontali sono trasmesse generalmente per contatto tra le due piastre.

La capacità di rotazione dell'appoggio a contatto è una caratteristica intrinseca del sistema, basata sulla sua geometria, e deve essere dichiarata dal produttore. Il valore massimo di tale rotazione è fissato a 0,05 rad.

Le superfici a contatto avranno la stessa resistenza e durezza; le superfici curve dell'apparecchio saranno di forma cilindrica (contatto lineare) o sferica (contatto puntuale).

Saranno previsti dispositivi meccanici per impedire lo scivolamento reciproco delle superfici a contatto.

I componenti dell'appoggio saranno dimensionati in modo da distribuire correttamente il carico agli elementi contigui. L'angolo massimo di diffusione del carico sarà assunto pari a 45° (angoli maggiori potranno essere giustificati da un calcolo specifico); in nessun caso sarà assunto un angolo di diffusione, misurato a partire dall'asse verticale, superiore a 60°.

15.2.2.5.3 Materiali

Gli appoggi a contatto saranno realizzati in materiali ferrosi, in conformità a quanto specificato al par. 5 e nell'Appendice A della UNI EN 1337–6.

I componenti degli appoggi (piastre di contatto) saranno sottoposti a prove (rilievo di eventuali cricche, determinazione di durezza e resilienza) secondo i metodi esposti al par. 5.1 della UNI EN 1337–6.

15.2.2.5.4 Regole di progetto

Per le regole di Progetto si rimanda integralmente al par. 6 della UNI EN 1337–6.

15.2.2.5.5 Tolleranze

Le tolleranze relative a planarità delle piastre, profilo e parallelismo delle superfici, rugosità superficiale, saranno in accordo al par. 7 della UNI EN 1337–6.

15.2.2.5.6 Valutazione di conformità

La valutazione di conformità del prodotto e della sua manifattura alla Normativa Europea, comprendente controllo di materiali e lavorazioni, esecuzione di prove e ispezioni con eventuali *'audit-testing'* effettuati da parti terze, redazione di documentazione e certificati attestanti la qualità dei materiali costituenti e del prodotto finale, ecc., sarà in accordo al par. 8 della UNI EN 1337–4; le procedure di controllo di produzione saranno conformi all'Appendice B della UNI EN 1337–6.

Il controllo delle materie prime degli appoggi a rullo sarà conforme alla Tabella 5 della UNI EN 1337–6.

Il controllo del prodotto finito, comprendente test iniziali di tipo, test di routine ed eventuali 'audit testing', sarà conforme alla Tabella 4 della UNI EN 1337–6.

15.2.2.5.7 Installazione

Gli appoggi a contatto saranno installati con una tolleranza massima di +/- 0,003 rad rispetto alla inclinazione di progetto delle superfici di contatto.

15.2.2.5.8 Criteri per ispezioni in servizio

Durante le ispezioni di servizio, da condurre in accordo alla UNI EN 1337–10, saranno verificati in particolare l'assenza di cricche nei componenti dell'appoggio, il corretto allineamento delle piastre a contatto, la verifica del contatto previsto tra le piastre.

15.2.2.6 *Appoggi sferici e cilindrici con PTFE*

15.2.2.6.1 Generalità

Gli apparecchi d'appoggio sferici e cilindrici aventi superfici di scorrimento in politetrafluoroetilene (PTFE) hanno un funzionamento basato sullo strisciamento di una superficie di PTFE ed una di metallo, l'una concava e l'altra convessa, disposte su opportune piastre di supporto. Le superfici di scorrimento possono essere cilindriche o sferiche.

Allo scopo di consentire traslazioni nel piano orizzontale, gli appoggi a contatto possono essere accoppiati con elementi di scorrimento in accordo alla UNI EN 1337–2.

15.2.2.6.2 Caratteristiche e requisiti funzionali

Gli apparecchi d'appoggio con superfici di scorrimento in PTFE cilindrici permettono rotazioni attorno a un asse, realizzando una cerniera cilindrica, gli appoggi sferici rotazioni attorno a un asse qualsiasi, realizzando una cerniera sferica. Gli appoggi con superfici di scorrimento in PTFE trasmettono forze verticali e orizzontali; le azioni orizzontali sono trasmesse per contatto tra le superfici di scorrimento, dimensionandone adeguatamente la curvatura, oppure prevedendo opportuni dispositivi meccanici.

La superficie metallica a contatto con il PTFE deve essere dimensionata in modo tale da coprire completamente, anche sotto carico, il foglio di PTFE. Non deve inoltre esserci alcun contatto tra gli elementi metallici di supporto superiori ed inferiori.

15.2.2.6.3 Materiali

I materiali e gli accoppiamenti di materiali relativi alle superfici di scorrimento, essendo gli stessi i principi di funzionamento, sono quelli specificati nel par.5 della UNI EN 1337–2 (Superfici di scorrimento).

15.2.2.6.4 Regole di progetto

Per le regole di Progetto si rimanda integralmente al par. 6 della UNI EN 1337–7.

15.2.2.6.5 Manifattura, assemblaggio e tolleranze

Valgono le considerazioni svolte al par. 7 della UNI EN 1337–7.

15.2.2.6.6 Valutazione di conformità

La valutazione di conformità del prodotto e della sua manifattura alla Normativa Europea, comprendente controllo di materiali e lavorazioni, esecuzione di prove e ispezioni con eventuali 'audit-testing' effettuati da parti terze, redazione di documentazione e certificati attestanti la qualità dei materiali costituenti e del prodotto finale, ecc., sarà in accordo al par. 8 della UNI EN 1337–7.

15.2.3 Dispositivi antisismici

15.2.3.1 *Generalità*

I dispositivi antisismici sono elementi aventi la funzione di adeguare la risposta della struttura alla sollecitazione sismica secondo specifiche strategie progettuali di protezione.

Al sistema di protezione strutturale individuato dai dispositivi antisismici, considerandone il ruolo critico, è richiesta un'affidabilità particolare. Tale affidabilità si ritiene conseguita se il sistema è progettato e verificato in accordo all'Allegato 3 della OPCM no 3274 (Norme Tecniche per il Progetto Sismico dei Ponti).

In particolare, i dispositivi antisismici e le loro connessioni alla struttura saranno conformi ai seguenti requisiti:

- Stato limite di danno (SLD)

I dispositivi dovranno essere progettati, realizzati e messi in opera per sopportare un'azione sismica, come definita dal Progettista, avente maggior probabilità di occorrenza di quella di progetto (periodo di ritorno inferiore), senza pervenire a danni che possano comprometterne il funzionamento (sia in condizioni di servizio che per il terremoto di progetto allo SLU), né possano implicare interruzioni d'esercizio, limitazioni d'uso e consistenti riparazioni immediate. In caso di sistemi a comportamento non lineare, eventuali spostamenti residui al termine della azione sismica allo SLD dovranno essere compatibili con la funzionalità della struttura. Le eventuali connessioni fra le diverse parti devono

assorbire gli spostamenti relativi massimi ottenuti dal calcolo senza subire danni o condurre a restrizioni d'uso.

- Stato limite ultimo (SLU)

I dispositivi dovranno essere progettati, realizzati e messi in opera per sopportare l'azione sismica di progetto, come definita dal Progettista, senza pervenire a collassi locali o globali, mantenendo, dopo l'evento sismico, integrità funzionale e una residua resistenza meccanica. In particolare, i dispositivi devono essere in grado di sostenere, senza rotture, gli spostamenti massimi propri del dispositivo valutati per un terremoto avente periodo di ritorno superiore a quello di progetto allo SLU, ottenuto amplificando quest'ultimo del 20%. Nelle condizioni di massima sollecitazione, inoltre, le parti dei dispositivi non impegnate nella azione dissipativa o di isolamento dovranno rimanere in campo elastico.

15.2.3.2 *Strategie di protezione antisismica*

Specifiche strategie progettuali di protezione antisismica possono essere attuate con l'inserimento di particolari dispositivi all'interno della struttura, generalmente tra impalcato e sottostruttura. Tali strategie, da sole od opportunamente combinate tra loro, possono essere suddivise in alcune classi fondamentali, rispetto alle quali sono individuate le seguenti tipologie di dispositivi.

Dispositivi a dissipazione (meccanici e fluidodinamici) : l'energia trasferita alla struttura con l'azione sismica viene parzialmente dispersa attraverso un dispositivo dissipatore (a comportamento elasto-plastico, viscoso, visco-elastico, ecc.); la curva caratteristica F-d (forza-spostamento) propria del dispositivo, impone inoltre un limite superiore alle azioni trasmesse agli elementi strutturali.

Dispositivi ad isolamento: attraverso l'inserimento di dispositivi isolatori, si incrementa il periodo fondamentale delle oscillazioni proprie del sistema strutturale, spostandolo nel campo di accelerazioni di risposta minori e riducendo in tal modo l'energia sismica trasmessa dal terreno alla struttura.

Dispositivi a collegamento rigido temporaneo (vincoli ausiliari) : in punti opportuni tra impalcato e sottostrutture, sono inseriti dispositivi fluidodinamici ('Shock Transmitters') che trasmettono le forze orizzontali solo in caso di sollecitazioni dinamiche impulsive (sisma, frenatura, raffiche di vento, etc.), consentendo invece il libero movimento della struttura in condizioni di esercizio sotto l'effetto di azioni applicate lentamente (variazioni termiche, viscosità, ritiro, ecc.). In tal modo l'azione sismica, altrimenti concentrata in uno o in un numero limitato di punti fissi, viene ripartita in diversi punti.

Ai fini della ottimizzazione della risposta sismica della struttura, è possibile prevedere una combinazione di impiego dei vari dispositivi descritti.

E' inoltre possibile combinare, in un unico dispositivo, appoggi scorrevoli tradizionali in acciaio-PTFE (indicati dalla OPCM 3274 come isolatori a scorrimento), che svolgono la funzione di trasmettere i carichi verticali e consentire gli spostamenti orizzontali e le rotazioni, con una serie di elementi che controllano le forze orizzontali e possono svolgere la funzione di dissipare energia. Tali elementi sono solitamente dissipatori isteretici in acciaio, dissipatori viscosi o *'Shock Transmitters'*.

15.2.3.3 *Dissipatori meccanici (dispositivi a comportamento non lineare)*

I dissipatori meccanici sono dispositivi a comportamento elastoplastico, il cui funzionamento è basato sulla deformazione di elementi metallici ad alta duttilità che assicurano, sotto le azioni alternate e ripetute del sisma, una elevata ripetitività dei cicli isteretici utili e un'alta capacità dissipativa. Inoltre, le caratteristiche elastoplastiche degli elementi impegnati consentono la trasmissione alla struttura, una volta superata la soglia plastica, di una sollecitazione limitata al crescere della deformazione.

Le curve caratteristiche F-d (forza-spostamento) di tali dispositivi, sostanzialmente indipendenti dalla velocità di applicazione della forza, possono generalmente essere schematizzate con una bilatera, che ne definisce il comportamento non lineare attraverso le coordinate corrispondenti al limite teorico del comportamento elastico lineare (F1-d1) e le coordinate corrispondenti al valore limite di progetto dello spostamento allo SLU (F2-d2).

Le curve caratteristiche dei dispositivi, al terzo ciclo di carico, dovranno essere conformi ai parametri indicati al par. 9.4.3 dell'Allegato 3 della OPCM no 3274.

Alla categoria dei dissipatori meccanici possono essere riferiti anche i dissipatori con elementi in lega a memoria di forma, che sfruttano la capacità di particolari leghe metalliche di subire grandi deformazioni (circa dieci volte superiori a quelle di un metallo comune), limitando le forze trasmesse e, nel contempo, recuperando la forma originaria ad impegno esaurito. Risultando attualmente il loro impiego estraneo al campo stradale, non sono considerati oggetto della presente norma.

15.2.3.4 *Dissipatori fluidodinamici (dispositivi a comportamento viscoso)*

I dissipatori fluidodinamici hanno un funzionamento basato sui principi del moto di un fluido in un circuito idraulico. Sono costituti essenzialmente da un cilindro riempito di fluido siliconico e da un pistone, libero di muoversi nelle due direzioni, che crea due camere comunicanti entro cui avviene il movimento del fluido. In presenza di azioni dinamiche impulsive e della conseguente richiesta di movimenti rapidi, derivanti ad esempio dalla sollecitazione sismica, all'interno del circuito idraulico dell'apparecchio si verifica la laminazione del fluido, fenomeno che conduce a una risposta del dispositivo secondo curve forza-spostamento che possono essere assimilate a curve lineari (tipo elastico) o bilineari (tipo elastoplastico o rigidoplastico), in funzione delle caratteristiche del circuito idraulico e del fluido impiegato. In presenza di movimenti lenti, derivanti ad esempio dalle escursioni termiche dell'impalcato, è invece consentito il movimento del pistone e il regolare travaso del fluido da una camera all'altra con reazione trascurabile (in alcuni casi, in funzione di particolari richieste progettuali, il travaso può essere impedito, ottenendo, in fase di esercizio, un comportamento rigido del dispositivo). Anche in questo caso si ottiene una riduzione delle azioni trasmesse alla struttura in fase sismica, grazie alla elevata capacità dissipativa del sistema.

I dissipatori viscosi presentano un legame forza-velocità del tipo:

- $F = C\,V^{\alpha}$

Con C, α = costanti numeriche identificabili sperimentalmente mediante prove a diverse velocità (in conformità all'Allegato 10B della OPCM no 3274).

Il comportamento dei dissipatori è caratterizzato sostanzialmente da due parametri: la massima forza sviluppata Fmax e l'energia dissipata in un ciclo Ed, per una prefissata ampiezza e frequenza, ossia dalle costanti C e α (essendo α un valore prossimo allo zero, si ha che i dispositivi reagiscono con una forza praticamente costante in un ampio intervallo di velocità).

L'identificazione di tali parametri ai fini della definizione meccanica del dispositivo dovrà essere fatta con riferimento ai valori di forza massima e energia dissipata durante il terzo ciclo di carico, dovendo risultare non superiore al 10% la differenza tra valore teorico e valore sperimentale delle grandezze dette.

Le caratteristiche meccaniche Fmax e Ed dei dispositivi reali, valutate per velocità di applicazione degli spostamenti pari a quelle di Progetto, dovranno essere conformi ai parametri indicati al par. 9.4.4 dell'Allegato 3 della OPCM no 3274.

Nella famiglia dei dissipatori viscosi rientrano i dissipatori viscosi ricentranti, che presentano una legge costitutiva visco-elastica del tipo:

- $F = Fo + Kx + C V\alpha$

Dove Fo rappresenta una eventuale forza minima di soglia o precarica e gli altri due termini rispettivamente il contributo elastico e quello viscoso.

Il funzionamento di tali dispositivi consente, oltre alla dissipazione energetica legata ai fenomeni viscosi, una modifica della rigidezza della struttura, grazie all'introduzione di un elemento elastico, che porta la risposta dinamica del sistema in un campo di frequenze più favorevoli. Inoltre le caratteristiche elastiche dell'apparecchio consentono il ricentraggio del sistema dopo la sollecitazione dinamica.

15.2.3.5 *Dispositivi a vincolo rigido temporaneo*

I dispositivi a vincolo rigido temporaneo (Shock Transmission Units) sono dispositivi fluidodinamici simili a quelli descritti in precedenza. In questo caso però, in virtù di differenti meccanismi di controllo nel circuito idraulico dell'apparecchio, il dispositivo, sotto sollecitazioni impulsive derivanti da sisma o da altre azioni dinamiche, si blocca, consentendo la trasmissione delle forze alla struttura con spostamenti limitati. Nel caso di movimenti lenti, come nel caso precedente, è consentito il movimento del dispositivo, senza trasmissione di azioni significative.

Per garantire che tutti i dispositivi installati siano sollecitati simultaneamente e in modo omogeneo, i dispositivi a vincolo rigido temporaneo possono essere dotati di un limitatore di forza, che limita la azione trasmessa ad un determinato valore (in genere di poco superiore al valore di soglia trasmesso in caso di azione dinamica).

15.2.3.6 *Dispositivi ad isolamento*

15.2.3.6.1 Dispositivi isolatori elastomerici

I dispositivi isolatori elastomerici sono dispositivi d'appoggio costituti da strati alterni di elastomero e di acciaio, collegati mediante vulcanizzazione, in modo del tutto simile agli apparecchi d'appoggio elastomerici tradizionali. L'inserimento degli isolatori tra sovra e sottostruttura consente, come visto,

di introdurre nel sistema resistente un elemento di disaccoppiamento del moto e di conseguenza di ottenere un abbattimento delle accelerazioni sismiche trasmesse dal terreno alla struttura.

A differenza degli apparecchi d'appoggio tradizionali, i dispositivi isolatori elastomerici devono essere sempre collegati alla sovra e sottostruttura con collegamenti di tipo meccanico.

I dispositivi isolatori sono caratterizzati da una ridotta rigidezza orizzontale, per garantire il disaccoppiamento del moto orizzontale della struttura da quello del terreno, da una elevata rigidezza verticale, per sostenere i carichi verticali senza cedimenti apprezzabili e, in diversa misura in funzione delle caratteristiche della mescola elastomerica (isolatori a basso o alto smorzamento), da opportune capacità dissipative.

Gli isolatori elastomerici sono individuati attraverso le curve caratteristiche forza-spostamento e tramite i parametri di rigidezza equivalente Ke e di smorzamento viscoso equivalente ξe, come definiti al par. 9.4.1 all'Allegato 3 della OPCM no 3274. I parametri Ke e ξe dei dispositivi reali, valutati in corrispondenza dello spostamento massimo di progetto d2 del dispositivo, potranno avere variazioni conformi a quelle indicate nel paragrafo citato.

La ridotta capacità dissipativa, circoscrive nel caso generale il campo d'azione degli isolatori descritti a zone di bassa e media sismicità. Il loro impiego in zone ad alta sismicità è possibile se combinato con quello di altri tipi di apparecchi, generalmente dispositivi a dissipazione, che riducono ulteriormente le sollecitazioni trasmesse alla struttura, contenendone al contempo gli spostamenti.

Inoltre la bassa rigidezza orizzontale del dispositivo, che potrebbe causare spostamenti inaccettabili anche in condizioni di esercizio (vento, azioni di frenatura, ecc.), limita l'applicazione degli isolatori elastomerici, se utilizzati da soli, a strutture medio-piccole.

Per incrementarne la capacità dissipativa, gli isolatori elastomerici possono essere dotati di un nucleo centrale in piombo, che può plasticizzarsi sotto rilevanti azioni orizzontali. Altra prerogativa degli isolatori con nucleo in piombo è quella di essere caratterizzati da una curva forza-spostamento di tipo bilineare con il tratto iniziale molto rigido, aspetto che permette di limitare gli spostamenti anche sotto l'azione di non trascurabili azioni orizzontali d'esercizio.

15.2.3.6.2 Dispositivi isolatori ad attrito

Gli isolatori ad attrito con superficie di scorrimento concava ("Friction Isolation Pendulum") sono una particolare categoria di isolatori. Sono costituiti da una cerniera sferica che funge da appoggio strutturale (è in grado cioè di trasmettere i carichi verticali e consentire le rotazioni) e da una superficie di scorrimento concava in grado di consentire spostamenti in tutte le direzioni. Il movimento verticale relativo tra l'impalcato, di fatto isolato in quanto reso mobile in tutte le direzioni, e la sottostruttura, trasforma una parte della energia cinetica ricevuta dalla struttura in energia potenziale, permettendo che l'attrito sviluppato durante lo scorrimento delle parti a contatto porti a dissipare energia. La configurazione delle superfici di contatto e l'effetto del peso proprio consentono la restituzione dell'energia potenziale accumulata dalla sovrastruttura, che, successivamente all'azione sismica, torna in una posizione prossima a quella iniziale, ricentrando il sistema.

Tali dispositivi devono sostanzialmente essere progettati, costruiti e verificati in accordo alla UNI EN 1337-2 e alla UNI EN 1337-7 con particolare attenzione alle condizioni di esercizio in cui l'attrito quasi-statico è normalmente inferiore a quello dinamico.

15.2.3.7 *Dispositivi a comportamento lineare o quasi lineare*

I dispositivi a comportamento lineare o quasi lineare comprendono una serie di apparecchi di varia concezione (dischi in elastomero disposti tra piastre metalliche di supporto, dispositivi elastici in acciaio, sistemi combinati di barre in acciaio accoppiate ad elementi in gomma, ecc.). La loro caratteristica comune è quella di trasmettere soltanto azioni orizzontali, introducendo nel sistema resistente, come nel caso degli isolatori, un elemento di disaccoppiamento del moto (costituito essenzialmente da una molla orizzontale) e limitando in tal modo le accelerazioni trasmesse alla struttura.

Le caratteristiche di tali dispositivi saranno conformi al par. 9.4.5 all'Allegato 3 della OPCM no 3274.

15.2.3.8 *Indicazioni progettuali*

L'alloggiamento dei dispositivi ed il loro collegamento alla struttura devono essere concepiti in modo tale da assicurarne l'accesso e rendere i dispositivi stessi ispezionabili e sostituibili. E' necessario anche prevedere adeguati sistemi di contrasto idonei a consentire l'eventuale ricentraggio dei dispositivi (qualora queste caratteristiche non siano proprie del dispositivo) qualora, a seguito di un sisma, si possano avere spostamenti residui incompatibili con la funzionalità del ponte e con il corretto funzionamento del sistema di protezione antisismico.

La definizione del comportamento meccanico del dispositivo (da documentare con chiarezza da parte del Fornitore), sia ai fini del calcolo strutturale generale che ai fini del dimensionamento del dispositivo stesso, sarà basata su un modello realistico e su prove di laboratorio accertate, controllando in particolare che non siano introdotte sfavorevoli sovraresistenze e sovrarigidezze rispetto alle esigenze progettuali.

I dispositivi isolatori soggetti a forze di trazione o sollevamento durante l'azione sismica dovranno essere in grado di sopportare tali azioni senza perdere la loro funzionalità strutturale. Tali effetti andranno presi in conto nel Progetto del dispositivo e controllati attraverso verifiche sperimentali.

Gli isolatori elastomerici saranno calcolati allo SLU in accordo all'Appendice A della OPCM no 3274.

La corsa disponibile dei dispositivi fluidodinamici dovrà tener conto dei movimenti di origine termica e di tutti gli effetti a lungo termine, con gli opportuni margini di sicurezza richiesti dal Progettista. La corsa minima dei dispositivi da ponte sarà pari a +/- 50 mm.

I giunti strutturali e i varchi tra parti contigue dovranno essere dimensionati in modo da consentire il corretto funzionamento dei dispositivi antisismici, senza ostacolare gli spostamenti previsti delle parti isolate.

15.2.3.9 *Materiali*

I materiali impiegati per la realizzazione dei dispositivi, la cui qualità dovrà essere comprovata mediante idonea certificazione, saranno quelli previsti in sede di Progetto. I materiali saranno compatibili con le temperature di esercizio, interne ed esterne, dei dispositivi.

Gli acciai, i metalli a base ferrosa, i materiali a contatto delle superfici di scorrimento, le gomme degli isolatori elastomerici ordinari e, in generale, tutti i materiali comuni a quelli previsti per i dispositivi di appoggio strutturale, saranno conformi alle caratteristiche indicate nella UNI EN 1337.

Per tutti gli altri materiali previsti nel Progetto dei dispositivi dovranno essere indicate le normative di riferimento. Qualora non esistano normative di riferimento il fornitore dovrà corredare il progetto con idonea documentazione sperimentale comprovante le caratteristiche del materiale utilizzato.

Le superfici attive degli elementi mobili dei dispositivi fluidodinamici saranno in acciaio inossidabile o rivestite in altro metallo (cromo, nichel), a protezione dalla corrosione e dall'usura. I fluidi viscosi utilizzati nei dissipatori fluidodinamici, preferibilmente a base siliconica, dovranno risultare non tossici, ininfiammabili, chimicamente inerti e privi di additivi soggetti a deposito.

Per tirafondi, bulloneria di ancoraggio e collegamento, ecc. sarà impiegato acciaio ad alta resistenza. Le malte, i betoncini e le resine per l'alloggiamento dei dispositivi avranno le caratteristiche indicate nel relativo paragrafo.

15.2.3.10 *Prove e criteri di accettazione*

Le prove di accettazione dei materiali e i criteri di qualifica e accettazione dei dispositivi saranno conformi all'Appendice 10B della OPCM no 3274. Valgono in particolare le indicazioni riportate nel seguito.

15.2.3.10.1 Isolatori in materiale elastomerico ed acciaio

15.2.3.10.1.1 Prove di accettazione sui materiali

Le prove di accettazione sui materiali sono quelle previste dalle norme sugli apparecchi di appoggio, con le seguenti variazioni ed aggiunte.

- Le prove di invecchiamento vanno effettuate per 21 giorni a 70°C; la variazione del modulo G deve essere contenuta entro il 20% del valore iniziale.
- Il modulo G deve essere determinato anche per una deformazione tangenziale pari a ± 100%.

15.2.3.10.1.2 Prove di qualificazione sui dispositivi

Le seguenti prove di qualificazione sui dispositivi, possono essere estese a tutti i dispositivi geometricamente simili, come definito nell'All. 10B della OPCM no 3274, e prodotti con gli stessi materiali di quelli provati. Esse debbono essere effettuate nell'ordine e con le modalità specificate nell'All. 10B della OPCM no 3274.

- Determinazione statica della rigidezza a compressione secondo UNI EN 1337.

- Determinazione statica, sotto compressione costante, del modulo statico di taglio G UNI EN 1337.
- Determinazione dinamica, sotto compressione costante, del modulo dinamico di taglio Gdin e dello smorzamento ξ (mediante prove cicliche sinusoidali), con l'obbligo per Gdin di ricadere nell'intervallo 0,35 ÷ 1,40 MPa.
- Determinazione delle curve G-γ e ξ-γ (γ = deformazione di taglio) mediante le prove dinamiche cicliche precedentemente descritte.
- Determinazione delle caratteristiche di 'creep' mediante prove di compressione sotto compressione costante e almeno pari al massimo valore della tensione di compressione di Progetto per le sole azioni di servizio, della durata di almeno 7 giorni; la deformazione verticale per 'creep' deve essere inferiore al 20% della deformazione statica sotto il carico V (azione normale massima di Progetto sull'isolatore); il valore di riferimento della deformazione statica sarà assunto pari a quello misurato dopo 10 minuti dall'inizio dell'applicazione del carico.
- Valutazione della stabilità del dispositivo sotto compressione e taglio.
- Valutazione della capacità di sostenere, sotto compressione costante e almeno pari al valore massimo della tensione di compressione di Progetto, almeno 10 cicli con spostamento massimo impresso almeno pari a 1,2 d2 (d2 = spostamento massimo di Progetto allo SLU del dispositivo).
- valutazione di efficacia dell'aderenza elastomero-acciaio, effettuata sottoponendo l'isolatore, sotto compressione costante almeno pari al valore massimo della tensione di compressione di Progetto, a una deformazione γ ≥ 2,5 senza che si verifichino danni.

Le prove di qualificazione devono essere effettuate su almeno quattro dispositivi, due per le prove senza invecchiamento e due per le prove dopo invecchiamento artificiale, ottenuto mantenendo i dispositivi di prova per 21 giorni a 70°C. L'invecchiamento dovrà comunque essere preceduto dalla determinazione statica della rigidezza a compressione e del modulo statico di taglio G, secondo le modalità definite, per valutare le caratteristiche dei dispositivi sottoposti a invecchiamento prima dell'invecchiamento stesso. I valori di G dopo l'invecchiamento non devono superare di 1,15 volte i valori di G prima dell'invecchiamento. La validità delle prove di invecchiamento potrà essere estesa a tutti i dispositivi realizzati con la stessa mescola, indipendentemente dai rapporti di forma. Per qualificare lo stesso dispositivo per diversi valori della tensione di compressione le prove possono essere ripetute in sequenza sugli stessi dispositivi da qualificare, verificando che tra una prova e la successiva non si siano verificati danni ai dispositivi.

I dispositivi sottoposti a prove di qualificazione non potranno essere utilizzati nella costruzione.

15.2.3.10.1.3 Prove di accettazione sui dispositivi

Le prove di accettazione sui dispositivi, che saranno effettuate con le modalità viste per le prove di qualificazione e si riterranno superate se i risultati ottenuti soddisfano i limiti sotto specificati e se il modulo statico di taglio G non differisce da quello delle prove di qualificazione di oltre il ± 10%, sono le seguenti.

- Misura della geometria esterna che dovrà rispettare le tolleranze prescritte dalle norme sugli apparecchi di appoggio, con l'unica deroga dei dispositivi di altezza superiore a 100 mm per i quali la tolleranza sulle altezze è compresa tra 0 e 6 mm.
- Determinazione statica della rigidezza verticale tra il 30% e il 100% del carico V UNI EN 1337.
- Determinazione statica del modulo statico di taglio G con le modalità specificate per le prove di qualificazione.
- Valutazione di efficacia dell'aderenza elastomero-acciaio, con le modalità specificate per le prove di qualificazione, ma adottando per la deformazione γ il valore corrispondente allo spostamento d2.

Le prove di accettazione devono essere effettuate su almeno il 20% dei dispositivi, e comunque non meno di quattro.

15.2.3.10.2 Dispositivi a comportamento non lineare e lineare

15.2.3.10.2.1 Prove di accettazione sui materiali

Le prove di accettazione sui materiali sono quelle previste dalle vigenti norme e finalizzate ad accertare la tensione e l'allungamento al limite elastico, la tensione e l'allungamento a rottura del materiale costituente gli elementi base del dispositivo. Esse sono finalizzate ad individuare i valori medi e quelli caratteristici delle quantità suddette e la prevedibile costanza di comportamento del materiale considerato e debbono permettere di estrapolare il comportamento del materiale da quello del dispositivo e di verificare la sostanziale invariabilità del comportamento del dispositivo rispetto alla variazioni ambientali, la temperatura interna, l'invecchiamento.

Il tipo e le modalità di prova verranno stabiliti di volta in volta dal produttore, in relazione al tipo di materiale, e verranno giustificati con una relazione, di cui il produttore si assumerà piena e completa responsabilità, che chiarisca in ogni dettaglio il rapporto tra comportamento del materiale e comportamento del dispositivo.

15.2.3.10.2.2 Prove di qualificazione sui dispositivi

Le prove di qualificazione sui dispositivi, che possono essere estese a tutti i dispositivi geometricamente simili e prodotti con gli stessi materiali di quelli provati, sono le seguenti.

- Prova "preliminare", condotta imponendo al prototipo almeno 5 cicli completi di deformazioni alternate, con ampiezza massima non inferiore a ± 0,1 d2, ± 0,2 d2, ± 0,3 d2, ± 0,5 d2, ± d2 (d2 = spostamento massimo di Progetto allo SLU del dispositivo).
- Prova "quasi statica", condotta imponendo al prototipo almeno 5 cicli completi di deformazioni alternate, con ampiezza massima riferita al prototipo reale pari a ± 1,2 d2.
- Prova "dinamica", condotta imponendo al prototipo almeno 5 cicli completi di deformazioni alternate, con ampiezza massima riferita al prototipo reale pari a ± 1,2 d2 , applicando le deformazioni imposte con una velocità mediamente pari a quella che si può verificare nel caso del

terremoto di Progetto relativo allo stato limite ultimo ed assimilabile, in mancanza di specifiche valutazioni, a quella corrispondente ad una frequenza di 0,5 Hz per ogni ciclo completo.

La “prova dinamica” può essere sostituita da una replica della prova statica, qualora il materiale degli elementi base sia acciaio o altro materiale il cui comportamento ciclico non dipenda dalla velocità di deformazione, in un ’range’ del ± 30% intorno al valore di progetto. Tale proprietà dovrà, eventualmente, essere verificata attraverso apposite prove sui materiali o sugli elementi base.

Le prove di qualificazione devono essere effettuate su almeno 2 dispositivi. I dispositivi sottoposti a prove di qualificazione potranno essere utilizzati nella costruzione solo se gli elementi sollecitati in campo non lineare vengono sostituiti o se la loro resistenza alla fatica oligociclica è di un ordine di grandezza superiore al numero dei cicli delle prove.

15.2.3.10.2.3 Prove di accettazione sui dispositivi

Le prove di accettazione sui dispositivi, che saranno effettuate con le modalità già viste per le prove di qualificazione e si riterranno superate se i risultati ottenuti non differiranno da quelli delle prove di qualificazione di oltre il ± 10%, sono le seguenti.

- Misura della geometria esterna, con tolleranza di ±10% sugli spessori e ±5% sulle lunghezze.
- Prova ciclica condotta imponendo al prototipo almeno 4 cicli completi di deformazioni alternate, con ampiezza massima non inferiore a ± d2/20, volte a determinare il valore della rigidezza teorica iniziale K1.
- Le prove di accettazione devono essere effettuate su almeno il 20% dei dispositivi, comunque non meno di 4. Su almeno un dispositivo verrà anche condotta una prova “quasi statica”, imponendo almeno 5 cicli completi di deformazioni alternate, con ampiezza massima pari a ± 1,2d2. Il dispositivo non potrà essere utilizzato nella costruzione, a meno che il suo perfetto funzionamento non sia ripristinabile con la sostituzione degli elementi base.

15.2.3.10.3 Dispositivi a comportamento viscoso

15.2.3.10.3.1 Prove di accettazione sui materiali

Le prove di accettazione sui materiali sono quelle previste dalle vigenti norme. Esse debbono permettere di estrapolare il comportamento dal materiale a quello del dispositivo e di verificare la sostanziale invariabilità del comportamento del dispositivo rispetto alle variazioni ambientali, alla temperatura interna, all’invecchiamento. Il tipo e le modalità di prova verranno stabiliti di volta in volta dal produttore, in relazione al tipo di materiale, e verranno giustificati con una relazione, di cui il produttore si assumerà piena e completa responsabilità, che chiarisca in ogni dettaglio il rapporto tra comportamento del materiale e comportamento del dispositivo.

15.2.3.10.3.2 Prove di qualificazione sui dispositivi

Le prove di qualificazione sui dispositivi, che possono essere estese a tutti i dispositivi geometricamente simili e prodotti con gli stessi materiali di quelli provati, sono le seguenti.

- Prova “preliminare”, finalizzata alla verifica dei parametri caratterizzanti il comportamento del dispositivo, condotta imponendo al prototipo almeno 4 cicli completi di deformazioni alternate, con rampe a velocità costante e ampiezza massima riferita al prototipo reale non inferiore a ± 0,5 d2, per almeno 5 diversi valori della velocità di spostamento, pari al 25%, 50%, 75%, 100%, 125% del valore di Progetto.
- Prova “dinamica”, condotta imponendo al prototipo almeno 10 cicli completi di deformazioni alternate, eventualmente effettuati in due serie di 5 cicli consecutivi, con ampiezza massima riferita al prototipo reale pari a ± 1,2d2 , applicando le deformazioni imposte con una velocità mediamente pari a quella che si può verificare nel caso del terremoto di Progetto relativo allo stato limite ultimo ed assimilabile, in mancanza di specifiche valutazioni, a quella corrispondente ad una frequenza di 0,5 Hz per ogni ciclo completo di ampiezza massima ± d2.

Le prove di qualificazione devono essere effettuate su almeno due dispositivi. I dispositivi sottoposti a prove di qualificazione potranno essere utilizzati nella costruzione, previa verifica della loro perfetta integrità a seguito delle prove.

15.2.3.10.3.3 Prove di accettazione sui dispositivi

Le prove di accettazione sui dispositivi, che saranno effettuate con le modalità già viste per le prove di qualificazione e si riterranno superate se i risultati ottenuti non differiranno da quelli delle prove di qualificazione di oltre il ± 10%, sono le seguenti.

- Misura della geometria esterna, con tolleranza di ±10% sugli spessori e ±5% sulle lunghezze.
- Prova “dinamica”, condotta imponendo al prototipo almeno 10 cicli completi di deformazioni alternate, eventualmente effettuati in due serie di 5 cicli consecutivi, con ampiezza massima pari a ±d2 , applicando le deformazioni imposte con una velocità mediamente pari a quella che si può verificare nel caso del terremoto di Progetto relativo allo stato limite di danno ed assimilabile, in mancanza di specifiche valutazioni, a quella corrispondente ad una frequenza di 0,5 Hz per ogni ciclo completo di ampiezza massima ±d2.

Le prove di accettazione devono essere effettuate su almeno il 20% dei dispositivi, comunque non meno di quattro.

15.2.3.11 *Protezione*

15.2.3.11.1 Generalità

Devono essere adottate misure di protezione degli appoggi strutturali e dei dispositivi antisismici (definiti nel seguito generalmente come apparecchi) dagli effetti degli agenti aggressivi dell’ambiente e di altre cause esterne che potrebbero ridurne la vita utile prevista. I riferimenti normativi in merito sono contenuti nel par. 2 della UNI EN 1337–9.

Andranno raccolte informazioni sulle caratteristiche dell’ambiente di destinazione, in particolar modo se atteso più aggressivo dell’ambiente marino, per poter attuare interventi protettivi adeguati. In linea generale, le misure di protezione contro la corrosione si attuano o selezionando materiali per i quali

l'ambiente a cui sono destinati non risulti aggressivo o dotando le parti esposte dell'apparecchio di un rivestimento protettivo o mediante altre soluzioni (es. bagno d'olio) per isolare l'appoggio dall'ambiente circostante.

Misure protettive speciali possono essere richieste in particolari circostanze (ad es. dove siano previste infiltrazioni di polvere e sabbia, nidificazioni di animali, ecc.).

La struttura e gli apparecchi devono essere progettati in modo tale da permetterne agevolmente ispezione e manutenzione. Qualora si rendessero necessarie misure protettive speciali, queste devono essere rimovibili o comunque non costituire ostacolo alle operazioni di ispezione e manutenzione.

15.2.3.11.2 Requisiti

15.2.3.11.2.1 Protezione contro gli effetti ambientali

Le parti metalliche degli apparecchi devono essere protette contro la corrosione. Sono escluse le superfici soggette a scorrimento, rotazione, aderenza per attrito o carico concentrato.

Il sistema di protezione anticorrosiva, qualificato secondo la EN 1337–9, deve garantire che per un periodo di dieci anni dopo la consegna, gli appoggi siano conformi ai requisiti dettagliati di seguito.

- densità di bolle non superiore al grado 1 della ISO 4628-2;
- ossidazione non superiore al grado Ri: 1 della ISO 4628-3;
- distacco del rivestimento non superiore alla classe 1 della ISO 4628-4;
- desquamazione non superiore alla classe 1 della ISO 4628-5.

Se l'apparecchio deve essere installato in un ambiente più aggressivo di quello marino, si devono concordare requisiti particolari della protezione anticorrosiva.

Per definire il sistema di protezione anticorrosiva, si deve fornire la documentazione seguente:

- procedura seguita per la protezione anticorrosiva degli apparecchi;
- specifiche dei fornitori del materiale;
- prove.

Quanto sopra deve includere come minimo quanto segue:

- grado di preparazione della superficie (per esempio Sa $2^{1/2}$ secondo ISO 8501 Sa);
- tipo di rivestimento protettivo (per esempio zincatura a spruzzo, due strati di vernice epossi-acrilica);
- numero degli strati;

per i sistemi di verniciatura:

- numero dell'articolo e colore;
- marchio di fabbrica e numero di riferimento del produttore;
- numero della scheda tecnica;

- luogo di applicazione;
- modo di applicazione;
- spessore minimo della pellicola secca;
- spessore locale massimo della pellicola secca;
- procedure per il trattamento di danni locali ai rivestimenti protettivi;
- risultati delle prove come da prospetto 1.

Tabella 5. **Prospetto 1**

PROVA	NORMA	CRITERI DI ACCETTABILITÀ
Nebbia salina	UNI EN ISO 9227	Assenza di bolle ISO 4628/2 Assenza di ruggine ISO 4628/3 Assenza di distacco-Ri:1 ISO 4628/4 Assenza di sfaldatura ISO 4628/5
Spessore minimo del film secco	ISO 2808	Come specificato dal produttore della vernice
Adesione	ISO 2409	0 o 1
Urto	UNI EN ISO 6272	Nessun danno visibile con una massa di 1 kg ed un'altezza di caduta di 100 mm

Queste prove devono essere ripetute ogni cinque anni o quando è apportato un cambiamento al sistema di protezione anticorrosiva.

15.2.3.11.2.2 Corrosione elettrolitica

Qualora nello stesso apparecchio siano usati metalli diversi, occorre prevedere misure atte ad evitare la corrosione elettrolitica.

15.2.3.12 *Manutenzione*

È necessario effettuare controlli e garantire una costante manutenzione degli apparecchi durante la fase di esercizio.

Le operazioni di ispezione, controllo e manutenzione, che non sono oggetto specifico del presente documento, andranno condotte in accordo alla UNI EN 1337–10.

Ogni apparecchio o, se sufficiente, ogni famiglia di apparecchi, dovrà essere dotato di un manuale di manutenzione, controfirmato dal Fornitore, in cui il Costruttore indicherà modalità, tempistica e frequenza degli interventi di controllo e manutenzione (ordinaria e straordinaria). Tale documentazione andrà allegata a partire dalla fase di presentazione del Progetto dell'apparecchio.

15.2.3.13 *Trasporto,immagazzinamento e installazione*

15.2.3.13.1 Generalità

Le operazioni di trasporto, immagazzinamento e installazione degli apparecchi saranno in accordo alla UNI EN 1337–11.

L'imballaggio deve essere accurato, in modo tale da evitare qualsiasi danno durante il trasporto. La movimentazione e l'installazione degli apparecchi devono essere eseguite solo da personale qualificato, le cui competenze e qualifiche devono essere documentate.

Gli apparecchi devono essere movimentati con cura e protetti da danni e contaminazioni. Se non è possibile movimentarli a mano, si provvederanno attacchi permanenti o temporanei che facilitino il sollevamento con mezzi meccanici.

Se gli apparecchi non sono installati nella struttura subito dopo la consegna, devono essere immagazzinati dall'utilizzatore su un apposito supporto, per esempio su assi, coperti da un telo protettivo e ventilati dal basso. L'immagazzinamento temporaneo deve garantire la protezione da inquinamento, da agenti atmosferici avversi (calore, pioggia, neve o grandine) e da contaminazioni o altri effetti negativi dovuti alle lavorazioni e al traffico di cantiere.

15.2.3.13.2 Disegni di installazione

La posa in opera degli apparecchi deve essere effettuata sulla base di disegni di installazione redatti dall'Appaltatore. Tali elaborati, da sottoporre alla approvazione della Direzione Lavori almeno un mese prima delle operazioni di posa, dovranno riportare tutti i dati richiesti per l'installazione (dimensioni, quote, inclinazioni, posizionamento planimetrico, tolleranze, qualità del materiale di sigillatura, eventuale preregolazione in funzione della temperatura della struttura).

Gli elaborati dovranno anche riportare le tolleranze di fabbricazione e di montaggio, che dovranno, quando congruenti con la tipologia in esame, comprendere almeno le informazioni seguenti:

- planarità dei piani di posa;
- parallelismo dei piani di interfaccia;
- dimensioni delle sedi e predisposizioni;
- posizione degli ancoraggi.

15.2.3.13.3 Ispezione dopo la consegna

In cantiere, dopo la consegna e prima della posa, occorre controllare e registrare la condizione degli appoggi. Particolare attenzione deve essere data ai punti seguenti:

- danni visibili, con particolare riferimento alla protezione anticorrosiva;
- pulizia;
- sicurezza dei dispositivi di bloccaggio temporanei;
- conformità ai disegni costruttivi e di installazione;
- marcature sulla superficie degli apparecchi, marcatura degli assi x e y e, se necessario, marcatura della preregolazione sui lati delle piastre di supporto, identificazione dei punti di misurazione della rotazione e dello scorrimento;
- posizione di tutti i dispositivi che servono ad assicurare l'esatto posizionamento ed installazione degli appoggi, se previsti;
- indicatori di spostamento per gli appoggi mobili in direzione longitudinale, se previsti;
- entità e direzione della preregolazione, se prevista;

- possibilità di aggiustamento della preregolazione, se prevista;
- immagazzinamento temporaneo in cantiere.

15.2.3.13.4 Installazione

15.2.3.13.4.1 Generalità

Gli apparecchi devono essere installati in conformità a tutti i dettagli riportati sui disegni d'installazione e in accordo con le marcature sulla loro superficie (tipo, assi e direzioni dei movimenti consentiti, ecc.).

Non è consentito l'uso degli appoggi definitivi per operazioni (movimenti, trasmissione di forze, ecc.) anche se transitorie, legate alla tecnologia di realizzazione dell'opera, salvo specifica procedura approvata dal Progettista, da eseguire sotto la supervisione del Fornitore.

Gli apparecchi di appoggio devono essere posti in opera tra due superfici orizzontali anche in presenza di impalcati in pendenza. È consentita la ripresa di tale pendenza mediante inserimento di piastre a contatto con l'impalcato.

Gli appoggi devono avere punti di riferimento per consentire la misurazione dei movimenti orizzontali (appoggi mobili) e della rotazione. Gli indicatori di movimento devono avere i limiti estremi di movimento marcati.

All'atto della posa in opera, la corsa disponibile degli appoggi mobili può essere preregolata rispetto alla temperatura media di posa in opera, in modo che l'asse di appoggio risulti, a deformazioni lente esaurite, centrato in condizione di temperatura media. La temperatura approssimativa prevalente nella struttura e, in casi particolari, le variazioni di temperatura in punti diversi nella struttura stessa, saranno valutate in accordo alla Appendice A della UNI EN 1337–11.

15.2.3.13.4.2 Posizionamento degli apparecchi

Di regola, gli apparecchi di appoggio sono installati su uno strato intermedio di malta di sigillatura. Solo gli appoggi di gomma senza piastre d'acciaio esterne possono essere posati direttamente sulla superficie di appoggio che deve essere pulita, asciutta, liscia e piana.

In zona sismica, l’ancoraggio deve essere affidato, superiormente e inferiormente, a dispositivi di tipo meccanico, da dimensionare in funzione della totalità delle forze orizzontali da trasmettere (si assume che l’attrito, in questo caso, non eserciti resistenza nei confronti delle forze orizzontali).

Se specificato, devono essere usate viti di regolazione per regolare il posizionamento dell'apparecchio. In alternativa possono essere usati cunei o altri strumenti adatti.

In nessun caso si inseriranno elementi rigidi sotto gli appoggi. Ciò può essere evitato togliendo i supporti temporanei quando la malta ha raggiunto la resistenza richiesta.

L'apparecchio può:

- essere posato su uno strato bombato di malta plastica consistente in modo tale che l'eccesso di malta possa essere premuto fuori da tutti i lati; oppure

- essere sigillato mediante colata o iniezione di malta fluida, assicurando un'adeguata ventilazione. Gli appoggi ancorati con pioli sono generalmente installati con tecniche di colata o iniezione; oppure
- essere posato costipando la malta al di sotto di esso. Questo metodo è raccomandato solo quando la lunghezza del lato più corto è minore di 500 mm.

Per i tirafondi e la bulloneria di ancoraggio sarà impiegato acciaio ad alta resistenza.

Indipendentemente dal metodo usato, l'apparecchio deve poggiare su tutta la superficie di contatto prevista.

15.2.3.13.4.3 Montaggio della sovrastruttura

I componenti strutturali gettati in opera sono generalmente gettati direttamente sugli appoggi successivamente alla loro installazione. Si deve fare attenzione che l'appoggio sia pulito, che siano evitati danni provocati dal calcestruzzo umido e che l'appoggio possa essere sostituito senza difficoltà.

Nel caso di elementi di calcestruzzo prefabbricato o di acciaio si prenderanno opportune misure per assicurarne il contatto uniforme con l'appoggio.

Le dimensioni in pianta delle eventuali contropiastre devono essere maggiori o uguali a quelle dell'elemento a contatto. Nel caso di strutture in c.a. ordinario, realizzate in opera, dopo il posizionamento degli apparecchi, è ammesso omettere le contropiastre predisponendo opportuni tirafondi e garantendo, comunque, la sostituibilità degli appoggi.

La solidarizzazione alle strutture metalliche deve avvenire di regola esclusivamente mediante unioni di tipo meccanico.

Il fissaggio mediante saldatura è permesso solo in casi eccezionali e deve essere eseguito solo da personale qualificato. Devono essere prese misure per evitare danni provocati dal calore alle parti ad esso sensibili, come quelle di plastica.

Il sistema di protezione anticorrosiva deve essere ripristinato dopo la saldatura, se necessario.

15.2.3.13.4.4 Correzione della quota

Nel caso in cui occorra correggere la quota, l'operazione deve essere effettuata tramite colata o riempimento con malta fine o materiale simile.

La correzione di quota con l'aiuto di piastre metalliche aggiuntive è permessa solo se le superfici metalliche a contatto sono lavorate meccanicamente e se c'è garanzia che esse rimangano piane fino al completamento dell'installazione. La protezione anticorrosiva va estesa a tali piastre.

La correzione della quota deve essere eseguita solamente da personale qualificato.

15.2.3.13.4.5 Tolleranze di installazione

Se una qualsiasi tolleranza d'installazione data nelle varie parti della UNI EN 1337 non è rispettata, occorre valutarne le implicazioni strutturali e concordare adeguati provvedimenti.

15.2.3.13.4.6 Materiali di allettamento

Lo spessore della malta di sigillatura non armata tra l'appoggio e l'infrastruttura non supererà il minore dei seguenti valori:

- 50 mm oppure;
- 0,1 x area superficie di contatto/perimetro superficie di contatto + 1,5 mm.

Inoltre lo spessore non deve essere minore di tre volte la dimensione massima dell'inerte.

L'idoneità della malta usata e il metodo di posa devono essere verificati con prove secondo le specifiche di riferimento.

Nel caso di malta cementizia, la superficie di calcestruzzo dell'infrastruttura deve essere saturata con acqua prima dell'installazione per prevenire la disidratazione. Immediatamente prima di colare la malta, qualsiasi residuo di acqua sulla superficie deve essere eliminato.

Quando si usa la malta di resina, le caratteristiche chimiche della resina e il rapporto resina inerti assicurerà una consistenza soddisfacente e un tempo di lavorabilità tale da consentire una corretta installazione con le condizioni del cantiere. Deve essere tenuta in considerazione la durabilità del prodotto in termini di resistenza, indurimento finale e forma.

Se la malta di resina è a diretto contatto con le superfici dell'appoggio, la compatibilità chimica ed il coefficiente di attrito devono essere verificati con prove a meno che non si possano dimostrare precedenti utilizzazioni soddisfacenti in condizioni simili.

I materiali di supporto comunemente utilizzati hanno le seguenti caratteristiche.

- **Malta cementizia**, premiscelata, colabile, con ritentore d'umidità liquido, ad elevatissima duttilità, contenente fibre sintetiche per ridurre gli effetti negativi del ritiro plastico e fibrorinforzata con fibre metalliche rigide (acciaio) per conferire duttilità, con le caratteristiche indicate nelle malte per ripristini di tipo MC3 (Art.22), salvo migliori disposizioni progettuali.
- **Betoncino cementizio**, colabile, ad elevatissima duttilità, ottenuto aggiungendo aggregati selezionati alla malta descritta in precedenza, con le caratteristiche indicate nei betoncini per ripristini di tipo B3 (Art. 22), salvo migliori disposizioni progettuali.
- **Malta di resina** per spessoramenti con le seguenti caratteristiche, salvo migliori disposizioni progettuali:
    - Resistenza a compressione ASTM D695: > 55 MPa a 7gg di stagionatura.
    - Modulo elastico ASTM D695: 7000 MPa a 7gg di stagionatura.
    - Resistenza a trazione per flessione ASTM D790: > 25 MPa a 7gg di stagionatura
    - Resistenza a trazione diretta ASTM D638: > 8 MPa a 7gg di stagionatura

- Modulo elastico a trazione diretta ASTM D638: 9500 MPa a 7gg di stagionatura

- **Sigillante di natura polisolfurica** con le seguenti caratteristiche, salvo migliori disposizioni progettuali:

  - Resistenza a trazione - UNI EN 12311: 0,5 MPa.
  - Allungamento a rottura - UNI EN 12311: 250%.
  - Permeabilità all'acqua - UNI EN 1928: nulla.
  - Resistenza in nebbia salina - ASTM R 117: 650 h.
  - Durezza: 25 ShA.

- **Pasta di resina con funzione di adesivo** con le seguenti caratteristiche, salvo migliori disposizioni progettuali:

  - Resistenza a compressione: 90 MPa.
  - Resistenza a flessotrazione: 50 MPa.
  - Adesione al metallo - ASTM D 1002: 10 MPa.
  - Adesione al calcestruzzo - UNI 8298-1: 3 MPa (rottura del supporto in cls).
  - Ritiro lineare - ASTM D 2556: inferiore a 0,0013 cm/cm.
  - Modulo elastico secante a compressione - UNI 12390-13: 6 GPa.
  - Gel time - ASTM D 2471: 5°C=150 min; 20 °C=45 min.

15.2.3.13.4.7 Casseri per malta di sigillatura

I casseri non devono essere rimossi fino a che la malta non si sia sufficientemente indurita, ma devono essere rimossi completamente prima che l'appoggio diventi operativo. Non è permessa la rimozione tramite combustione.

15.2.3.13.4.8 Bloccaggi temporanei

Deve essere assicurato che al momento del collegamento alle strutture, gli apparecchi abbiano la configurazione geometrica prevista in progetto. Ogni apparecchio che non sia intrinsecamente idoneo a mantenere la configurazione prevista deve essere dotato di un adeguato sistema di bloccaggio temporaneo. Questi sistemi non possono essere utilizzati per la trasmissione di sollecitazioni legate a fenomeni transitori dovuti alla tecnologia utilizzata per la realizzazione dell'opera. I sistemi di bloccaggio temporaneo devono essere posizionati in modo che sia possibile identificarli e rimuoverli facilmente al termine della loro funzione. Pertanto, tutti gli elementi che li compongono devono essere chiaramente identificabili e distinguibili dall'appoggio e devono essere colorati in modo diverso. I bloccaggi temporanei devono garantire il mantenimento della eventuale preregolazione del dispositivo.

15.2.3.13.4.9 Bloccaggi di forza

Quando sia richiesto dal progetto dell'opera, possono essere utilizzati sistemi di bloccaggio provvisorio di forza allo scopo di assicurare un collegamento di tipo rigido durante la fase di costruzione dell'opera stessa.

Di norma questi sistemi devono essere distinti dall'apparecchio in sè e progettati in base ai dati indicati dal Progettista dell'opera. Nel caso essi debbano essere montati sull'apparecchio, solo al momento della rimozione di detti accessori lo stesso acquisterà la sua piena funzionalità.

I bloccaggi di forza devono essere realizzati in modo che possano essere facilmente rimossi o disattivati quando l'appoggio cui sono applicati è posto in opera. A tal fine, tutti gli elementi che li compongono devono essere chiaramente identificabili e distinguibili dall'appoggio e devono essere colorati in modo diverso.

In considerazione del previsto comportamento globale dell'opera durante il periodo di utilizzazione dei bloccaggi provvisori di forza, possono essere richiesti a quest'ultimo requisiti prestazionali particolari, quali per esempio:

- possibilità di essere disattivati sotto carico;
- possibilità di essere installati in stato di presollecitazione.

15.2.3.13.4.10 Rilascio della struttura sugli appoggi

Il rilascio della struttura sugli appoggi deve essere conforme al progetto.

Le travi dovranno essere varate su calaggi e su idonei dispositivi che evitino il contatto accidentale con gli apparecchi e ne permettano un graduale abbassamento.

Qualsiasi vite di regolazione rimarrà in opera fino a che la malta di qualsiasi strato intermedio sia sufficientemente indurita. Successivamente tutti i sostegni provvisori rigidi, i dispositivi di regolazione e di bloccaggio devono essere rimossi prima che l'apparecchio diventi pienamente operativo, a meno che le viti di livellamento siano progettate per risultare inattive quando il carico finale viene applicato.

15.2.3.13.5 Registrazioni

Devono essere fatte le registrazioni delle ispezioni eseguite in accordo con il par. 7 della UNI EN 1337–11 e dei risultati delle stesse sulla traccia del modulo campione riportato nell'Appendice B della UNI EN 1337–11. Deve essere redatta documentazione specifica sugli esiti delle ispezioni effettuate.

Se non concordato altrimenti, si deve tenere una registrazione di:

- data e ora dell'installazione;
- temperatura della struttura;
- regolazione dell'apparecchio;
- posizione dell'apparecchio relativa alla sovrastruttura, infrastruttura ed assi;
- condizioni dell'apparecchio, inclusa la protezione anticorrosiva;
- qualsiasi modifica fatta alla regolazione;
- stato dei dispositivi di bloccaggio provvisori;
- condizione del piano di appoggio;
- prova di idoneità della malta di sigillatura.

La data e l'ora del rilascio della struttura sull'apparecchio devono essere registrate e deve essere confermato che le viti dei dispositivi di bloccaggio provvisori sono state allentate o rimosse.

Ad avvenuto indurimento della malta di sigillatura si controllerà che l'apparecchio sia nella posizione di progetto, che i dispositivi di bloccaggio provvisorio siano stati rimossi e che i valori dei franchi di scorrimento e di rotazione siano corretti.

Se appoggi mobili sono stati installati inizialmente come appoggi fissi (punti fissi provvisori), devono essere fatte e registrate ulteriori misure, dopo che i dispositivi di fissaggio sono stati rimossi.

15.2.3.13.6 Rifinitura finale

L'apparecchio non deve essere ostacolato nel suo funzionamento da qualsiasi rifinitura da effettuarsi in relazione alla protezione anticorrosiva. Esempi da evitare includono la sabbiatura delle superfici scorrevoli esposte e l'inceppamento delle parti mobili per eccesso di vernice.

15.2.3.14 *Piano di assicurazione qualità*

Il piano di assicurazione di qualità (PAQ) comprende la descrizione del processo di produzione ed installazione degli apparecchi e l'indicazione di tutti i controlli che dovranno essere eseguiti per assicurare in modo soddisfacente la rispondenza degli apparecchi alle presenti Norme, in accordo a quanto specificato nei paragrafi precedenti.

Esso deve essere redatto dal Fornitore e dall'Appaltatore e consegnato alla Direzione Lavori unitamente al Progetto esecutivo degli apparecchi, prima dell'inizio della produzione degli stessi.

Durante le varie fasi di lavorazione, il PAQ sarà completato di tutta la documentazione relativa alle prove ed ai controlli di produzione.

15.2.3.15 *Penali*

Sono previste penalità per il non raggiungimento delle prestazioni degli apparecchi previste in progetto.

Qualora dalle prove eseguite, secondo le presenti Norme, risultassero valori inferiori di non più del 10% rispetto a quelli richiesti, il progettista eseguirà ulteriori verifiche di sicurezza.

Se tali verifiche dessero esito positivo, l'apparecchio sarà accettato ma il suo prezzo sarà decurtato del 20%; qualora i valori risultassero superiori a tale 10% o le precedenti verifiche avessero dato esito negativo, l'Appaltatore sarà tenuto, a suo totale onere, alla sostituzione della fornitura in oggetto con una nuova fornitura di caratteristiche adeguate alle prescrizioni richieste.

15.2.3.16 *Sollevamento impalcati per sostituzione appoggi*

Devono essere previste disposizioni per consentire una facile sostituzione degli apparecchi o di parti di questi mediante sollevamento dell’impalcato, per il quale si prevede generalmente un innalzamento massimo di 40 mm.

In relazione alle previsioni di progetto od alle prescrizioni della Direzione Lavori, si procederà al sollevamento dell'impalcato in corrispondenza dell'asse appoggi, mediante idonea apparecchiatura idraulica posta sotto le travi e/o i traversi.

L'apparecchiatura idraulica dovrà essere comandata da una centrale operante a pressioni differenziate e rapporto volumetrico costante per assicurare un sollevamento rigido di ogni testata, senza indurre nella struttura sollecitazioni torsionali; il controllo delle operazioni dovrà essere effettuato a distanza mediante idonea strumentazione.

Dopo che ogni testata sarà stata sollevata e prima di intervenire sugli apparecchi, l'Appaltatore dovrà bloccare la struttura nella posizione raggiunta mediante appoggi provvisori o attrezzature equivalenti, che siano in grado di assicurare la stabilità dell'insieme e garantire la massima sicurezza agli operatori.

Di norma non si dovrà sollevare più di una campata per volta; eventuali deroghe dovranno essere concordate con la Direzione Lavori; in questi casi dovranno essere rinforzate le strutture provvisionali di blocco e si dovranno adottare adeguati sistemi di controventatura per contrastare possibili sollecitazioni longitudinali e trasversali.

A tale riguardo dovranno essere adottate adeguate cautele nei casi in cui la pendenza longitudinale dell'opera possa fare prevedere fenomeni di scorrimento.

Successivamente l'Appaltatore procederà alla rimozione, alla raccolta e al trasporto alla destinazione richiesta degli apparecchi esistenti.

Prima della posa in opera degli apparecchi si provvederà alla ravvivatura e rettifica dei baggioli e dell'intradosso delle travi in corrispondenza degli appoggi. La rettifica sarà effettuata mediante malta di resina epossidica per il conguaglio delle superfici di appoggio, nelle quantità necessarie per ottenere il parallelismo fra i piani di appoggio dei baggioli e l'intradosso delle travi (o di opportune piastre sotto-trave).

Ad avvenuto completamento degli interventi sotto l'impalcato, si dovrà procedere al suo abbassamento adottando le stesse cautele della fase precedente.

A garanzia di possibili incidenti che potrebbero danneggiare le strutture, l'Appaltatore dovrà provvedere alla copertura assicurativa dell'opera per tutta la durata dei lavori, per un importo corrispondente al valore di ricostruzione.

15.2.4 Giunti di dilatazione su opere d'arte

Il presente Capitolato riguarda i giunti di dilatazione di superficie, utilizzabili per impalcati di opere d'arte stradali ed autostradali. I giunti in oggetto possono essere destinati ad opere di nuova costruzione o alla sostituzione di giunti di opere esistenti.

15.2.4.1 *Riferimenti normativi*

- UNI EN 1337-1 Appoggi strutturali – Regole generali di Progetto
- UNI EN 1337-3 Appoggi strutturali – Appoggi elastomerici

- Legge n.1086 5 Novembre 1971, e relativo D.M. in vigore: “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”
- Decreto Ministeriale 04.05.90: “Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali”
- Ordinanza Ministeriale n.3274 20 Marzo 2003, e Successive Modifiche e Integrazioni: “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica”

15.2.4.2 *Tipologie di giunti*

I giunti di impiego ordinario e di produzione corrente si distinguono in:

- **Giunti in acciaio**, generalmente costituiti da profilati in acciaio contrapposti, ancorati alla struttura con zanche e getti integrativi di malte o betoncini. Sono completati da un profilo flessibile in elastomero (incollato o vulcanizzato agli elementi metallici), inserito nel varco del giunto, per garantirne la impermeabilizzazione. Tale tipologia è anche comunemente utilizzata per realizzare giunti sottopavimentazione (la pavimentazione ricopre totalmente il giunto ed è continua sopra di esso).
- **Giunti in elastomero armato**, costituiti da elementi deformabili in gomma vulcanizzati a profili metallici di armatura e di ancoraggio, conglobati nella gomma. Il giunto è completato da masselli di raccordo in malta tra gli elementi del giunto e la pavimentazione, da una scossalina per la raccolta delle acque di superficie e da un sistema per il drenaggio delle acque di sottopavimentazione. Gli elementi costituenti il giunto hanno sagomatura e dimensioni variabili a seconda della escursioni richieste. Grazie alla deformabilità degli elementi in gomma, Il giunto si adatta anche all’assorbimento di limitati scorrimenti trasversali e verticali (sbalzi di impalcati).
- **Giunti a pettine**, ottenuti mediante la contrapposizione di due elementi metallici (acciaio o alluminio in genere) aventi configurazione a pettine tra loro complementare. Tali elementi garantiscono, grazie alla reciproca compenetrazione, la continuità del piano viabile in presenza di escursioni longitudinali. Lo schema statico può essere di doppio appoggio, quando l’elemento a pettine poggia su entrambe le testate o a mensola, quando esso è fissato a sbalzo su di una sola testata. A meno di accorgimenti particolari, tale tipo di giunto consente scorrimenti laterali limitatissimi (particolare attenzione va posta nell’accoppiamento con gli apparecchi d’appoggio, si raccomanda in particolare l’accoppiamento ad appoggi mobili unidirezionali con direzione delle guide parallela a quella dei denti del giunto).
- **Giunti a piastra metallica**, composti da due o più piastre in acciaio che scorrono le une sulle altre garantendo l’escursione richiesta e la continuità del piano viabile. E’ una tipologia di giunto adatta a medie e grandi escursioni.
- **Giunti modulari**, costituiti da una serie di profili metallici disposti in senso trasversale e collegati da idonei profili in gomma che, con la loro deformabilità, assicurano lo sviluppo delle escursioni richieste. La continuità del piano viabile è assicurata direttamente dagli elementi metallici e in

gomma o da una piastra ponte metallica collegata rigidamente a una testata e contrastata sul lato opposto dagli elementi modulari deformabili. Oltre a permettere notevoli escursioni longitudinali, questo tipo di giunto può essere reso idoneo all'assorbimento di scorrimenti trasversali.

- **Giunti tampone**, sono giunti costituiti da un getto in situ di un composto bituminoso flessibile (in grado cioè di assorbire spostamenti), che assicura anche la continuità del piano stradale. Il sostegno del tampone è garantito da una sottile lamina di acciaio posta a cavallo del varco strutturale, mentre la tenuta idraulica è assicurata da un sistema di drenaggio sottopavimenrtazione e da un elemento elastico inserito nel varco. I giunti tampone sono oggetto di una trattazione specifica nell'Appendice A del presente articolo.

15.2.4.3 *Materiali*

15.2.4.3.1 Acciaio da costruzione

Le caratteristiche degli acciai da costruzione impiegati per la realizzazione dei giunti dovranno essere in accordo alla UNI EN 10025.

Gli acciai impiegati in elementi soggetti a verifica strutturale dovranno avere i seguenti requisiti minimi di resilienza:

- prova di resilienza secondo UNI EN 10045: a -20 °C ≥ 27 J

Gli elementi in acciaio vulcanizzati a elementi in gomma e che non presentino saldature sono esclusi dalla suddetta prescrizione.

Tutte le superfici in acciaio non a contatto con il calcestruzzo devono essere protette dalla corrosione, compresa una striscia di 30 mm della parte a contatto col calcestruzzo.

Non necessitano protezioni anticorrosive gli elementi d'acciaio interamente ricoperti da gomma per uno spessore non inferiore a 2 mm e quelli inossidabili, CORTEN o similari.

Per la definizione del sistema di protezione anticorrosiva, l'Appaltatore dovrà documentare:

- la preparazione della superficie;
- il tipo di rivestimento della superficie;
- la procedura per il trattamento di danneggiamenti locali nella protezione anticorrosiva.

La documentazione deve essere controfirmata dal Produttore di materie prime o componenti che costituiscono l'appoggio.

15.2.4.3.2 Acciaio inossidabile

Le caratteristiche degli acciai inossidabili impiegati per la realizzazione dei giunti dovranno essere in accordo alla UNI EN 10088.

15.2.4.3.2.1 Superfici di scorrimento e scossaline

Per le superfici di scorrimento in accoppiamento con parti in PTFE è prescritto l'impiego di acciaio inossidabile tipo X5 Cr NiMo 1712 (UNI EN 10088-2).

La scossalina principale di tenuta trasversale sarà preferibilmente realizzata in gomma (vedi paragrafi successivi), materiale che garantisce una maggiore impermeabilizzazione e una migliore lavorabilità rispetto all'acciaio. Se realizzata in lamiera di acciaio inossidabile, dovrà essere in X5 Cr Ni 1810 (UNI EN 10088-2), di almeno 0,6 mm di spessore (valori superiori per giunti di grande escursione).

15.2.4.3.2.2 Ancoraggi e bulloneria

Per i tirafondi e la bulloneria in genere sarà impiegato acciaio inossidabile tipo X5 CrNiMo 1712 secondo UNI EN 10088-2.

15.2.4.3.3 Leghe di alluminio

Per tutte le leghe di alluminio dovranno essere indicate le normative di riferimento.

Per la lega di alluminio impiegata nella realizzazione di elementi esposti al traffico dovrà essere prodotta una lista di referenze in impieghi analoghi che ne attesti l'idoneità e la validità nel tempo.

Le caratteristiche minime, salvo migliori prestazioni richieste dal progettista, dovranno risultare le seguenti (UNI EN 10002):

- Carico unitario di rottura a trazione: $\geq$ 215 MPa
- Carico unitario di scostamento dalla proporzionalità : $\geq$ 175 MPa
- Allungamento : 1,5%
- Durezza Brinell: 70

15.2.4.3.4 Gomma

Le caratteristiche della gomma dovranno essere conformi alle UNI EN 1337.

La scossalina principale di tenuta trasversale, se realizzata in gomma, dovrà essere in uno dei seguenti materiali e spessori minimi, salvo richieste da parte del progettista di migliori caratteristiche:

- guaina in gomma policloroprenica di almeno 2 mm di spessore;
- guaina in Hypalon di almeno 1,2 mm di spessore;
- guaine in doppio strato di hypalon-gomma policloroprenica rispettivamente di spessore 1 e 2 mm per complessivi 3 mm.

15.2.4.3.5 Malte, betoncini e resine

Malta cementizia, premiscelata, colabile, con ritentore d'umidità liquido, ad elevatissima duttilità, contenente fibre sintetiche per ridurre gli effetti negativi del ritiro plastico e fibrorinforzata con fibre metalliche rigide (acciaio) per conferire duttilità, con le caratteristiche indicate nelle malte per ripristini di tipo MC3 (Art. 22), salvo migliori disposizioni progettuali.

Betoncino cementizio, colabile, ad elevatissima duttilità, ottenuto aggiungendo aggregati selezionati alla malta descritta in precedenza, con le caratteristiche indicate nei betoncini per ripristini di tipo B3 (Art. 22), salvo migliori disposizioni progettuali.

Malta di resina per spessoramenti con le seguenti caratteristiche, salvo migliori disposizioni progettuali:

- Resistenza a compressione ASTM D695: > 55 MPa a 7gg di stagionatura.
- Modulo elastico ASTM D695: 7000 MPa a 7gg di stagionatura.
- Resistenza a trazione per flessione ASTM D790: > 25 MPa a 7gg di stagionatura
- Resistenza a trazione diretta ASTM D638: > 8 MPa a 7gg di stagionatura
- Modulo elastico a trazione diretta ASTM D638: 9500 MPa a 7gg di stagionatura

Sigillante di natura polisolfurica con le seguenti caratteristiche, salvo migliori disposizioni progettuali:

- Resistenza a trazione - UNI EN 12311: 0,5 MPa.
- Allungamento a rottura - UNI EN 12311: 250%.
- Permeabilità all'acqua - UNI EN 1928: nulla.
- Resistenza in nebbia salina - ASTM R 117: 650 h.
- Durezza: 25 ShA.

Pasta di resina con funzione di adesivo con le seguenti caratteristiche, salvo migliori disposizioni progettuali:

- Resistenza a compressione: 90 MPa.
- Resistenza a flessotrazione: 50 MPa.
- Adesione al metallo - ASTM D 1002: 10 MPa.
- Adesione al calcestruzzo - UNI 8298-1: 3 MPa (rottura del supporto in cls).
- Ritiro lineare - ASTM D 2556: inferiore a 0,0013 cm/cm.
- Modulo elastico secante a compressione - UNI 12390-13: 6 GPa.
- Gel time - ASTM D 2471: 5°C=150 min; 20 °C=45 min.

Malta di resina con funzione impermeabilizzante-sigillante con le seguenti caratteristiche salvo migliori disposizioni progettuali:

- Resistenza a trazione - UNI EN 12311: 3 MPa
- Durezza 80 ShA
- Deformazione residua a trazione - UNI EN 12311: < 15%
- Permeabilità all'acqua - UNI EN 1928: nulla
- Adesione al calcestruzzo - UNI 8298-1: 3 MPa (rottura del supporto in cls)

15.2.4.4 *Requisiti funzionali*

15.2.4.4.1 Generalità

Il giunto deve portare il carico veicolare e consentire gli spostamenti longitudinali e le rotazioni delle parti contrapposte senza opporre significativa resistenza. Eventuali spostamenti trasversali (ponti in curva, ponti obliqui, ecc.) dovranno essere esplicitamente tenuti in conto e dichiarati dal Progettista. In corrispondenza del giunto, devono essere impediti spostamenti verticali discontinui a livello del piano viabile, che possono pregiudicare la sicurezza del traffico e la durabilità del giunto stesso.

Il giunto deve assolvere la funzione di proteggere adeguatamente il bordo della pavimentazione, deve garantire adeguate caratteristiche di regolarità di percorrenza e di aderenza e non costituire azzardo per qualsiasi categoria di utenza stradale.

Il giunto non dovrà generare elevati livelli di rumorosità e di vibrazioni sotto traffico.

15.2.4.4.2 Impermeabilità

L'impermeabilizzazione del giunto è di fondamentale importanza, tenendo conto che la perdita di impermeabilità è la causa più comune di deterioramento del giunto e di danni alle strutture sottostanti, con i costi diretti e indiretti che ne conseguono. Il giunto deve essere impermeabile a tutte le acque di superficie del piano viabile; se è previsto il passaggio di acqua attraverso il giunto, questa deve essere raccolta nel varco strutturale al di sotto di esso da opportuni dispositivi (scossaline, gronde, canalette, etc.), allontanata dalle strutture adiacenti e scaricata nel sistema di drenaggio dell'impalcato.

Dovrà anche essere previsto un sistema di raccolta delle acque di sottopavimentazione, che, se accumulate in prossimità del giunto, possono esercitare, sotto l'azione della pressione veicolare, sollecitazioni anomale sul giunto e sulle sue parti (sigillature). Il sistema dovrà essere collegato senza soluzione di continuità al sistema di impermeabilizzazione della soletta. Lo scarico delle acque di sottopavimentazione assume importanza critica in presenza di pavimentazioni drenanti fonoassorbenti.

I dispositivi previsti non devono interferire con le strutture principali dell'opera e devono consentire agevolmente le operazioni di ispezione e manutenzione.

15.2.4.5 *Posa in opera*

15.2.4.5.1 Piani e vani di posa

L'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori un mese prima di iniziare le lavorazioni i disegni dei giunti e delle relative procedure di montaggio in opera, riferiti ad una posizione di apertura media.

Su tali elaborati dovranno essere riportate le tolleranze di fabbricazione secondo normativa UNI EN 22768 e le tolleranze relative alle operazioni di posa in opera. Tali indicazioni dovranno in ogni caso riguardare i seguenti punti:

- planarità dei piani di posa degli elementi costituenti il giunto;
- complanarità dei due piani di posa degli elementi contrapposti del giunto;

- dimensioni del varco riferite a temperatura media;
- posizione ed interassi degli ancoraggi.

Tali elaborati dovranno essere controfirmati dal Fornitore in qualità di progettista e costruttore dell'appoggio e saranno ritenuti idonei previa accettazione da parte della Direzione Lavori. Eventuali variazioni di quanto riportato nei suddetti disegni, dovranno essere concordate con la Direzione Lavori.

Nel caso di installazione di giunti su opere nuove, la posa in opera (da effettuare generalmente dopo la stesa della pavimentazione), sarà realizzata secondo le seguenti fasi esecutive:

1. Taglio della pavimentazione per l'intero suo spessore lungo le linee delimitanti la fascia da asportare.
2. Demolizione della pavimentazione e dell'eventuale strato di impermeabilizzazione.
3. Asportazione di eventuali strutture di giunto provvisorio.
4. Ravvivatura dell'estradosso soletta mediante fresatura, sabbiatura o bocciardatura.
5. Eventuale getto di malta e/o betoncino cementizi reoplastici, a ritiro compensato, fibrorinforzati, predosati, opportunamente armati, collegati alla testata, per portare in quota il piano di appoggio dell'apparecchio di giunto.
6. Posizionamento del giunto, da effettuare con appositi apparecchi di livellazione in funzione delle quote della pavimentazione adiacente. La differenza di quota tra il piano della pavimentazione ed il piano del giunto sarà compresa tra +5 mm e 0 mm.
7. Eventuale pre-regolazione, da eseguire a cura di tecnici qualificati e con specifiche attrezzature, secondo le caratteristiche del giunto, nonché della stagione e delle caratteristiche dell'opera.
8. Completamento del massetto di raccordo tra giunto e pavimentazione.

Nel caso di manutenzioni, ripristini e adeguamenti, alle operazioni precedentemente descritte sono da aggiungere le seguenti fasi (dopo la fase 2):

- eventuale asportazione del giunto esistente ammalorato.
- eventuale ripristino della testata di soletta con malta e/o betoncino cementizi reoplastici, a ritiro compensato, fibrorinforzati, predosati opportunamente armati, collegati alla testata, secondo il tipo di degrado riscontrato; tale ripristino avverrà, previa verifica di funzionalità delle armature esistenti e loro eventuale integrazione, con un unico getto sino alla quota del piano di appoggio dell'apparecchio di giunto.

15.2.4.5.2 Preregolazione

La preregolazione del giunto sarà effettuata in accordo ai dati forniti dalla Direzione Lavori, con comunicazione scritta da inviare prima dell'inizio dei lavori. La preregolazione dovrà tener conto dell'apertura strutturale esistente, della funzionalità del giunto precedentemente approvato e della capacità di movimento degli apparecchi di appoggio.

15.2.4.5.3 Raccordi con la pavimentazione, i cordoli e le barriere

Il raccordo con la pavimentazione, salvo diverse prescrizioni progettuali, sarà di larghezza minima di 100 mm se eseguito con betoncino e di 50 mm se eseguito con altro prodotto specifico (asfalto colato,

resina a basso modulo elastico, ecc.) con caratteristiche indicate dall'Appaltatore e accettate dalla Direzione Lavori.

I raccordi con i cordoli e le barriere saranno realizzati in funzione delle escursioni del giunto:

- - per i giunti di escursione ≤ 50 mm:
    - guarnizione elastica inserita nell'apertura strutturale eseguita con materiale conforme a quanto specificato in precedenza (gomma).
- - per giunti di escursione > di 50 mm:
    - coprigiunti metallici solidali ad un impalcato e scorrevoli sull'altro realizzati con materiali conformi a quanto specificato in precedenza (acciai), protetti dalla corrosione conformemente a quanto specificato nel relativo paragrafo.

15.2.4.6 *Prove e controlli*

15.2.4.6.1 Generalità

L'Appaltatore dovrà ottemperare a quanto previsto nella circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 2357 del 16/05/96 e successivi aggiornamenti.

L'accettazione delle partite avverrà tramite prove a carico delle Imprese esecutrici.

Qualora la Direzione Lavori rifiuti 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 spesa della stessa Appaltatore.

L'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori non esime l'Appaltatore dalla responsabilità circa la buona riuscita delle opere.

15.2.4.6.2 Prova funzionale del giunto

La prova va eseguita su di un prototipo di giunto in scala reale per una larghezza:

- ≥ 3,75 m per giunti con appoggi discontinui;
- ≥ 1,0 m e comunque coinvolgente almeno n. 2 ancoraggi per parte, per giunti con appoggio continuo.

Le prove consisteranno in:

- n. 10 cicli sperimentali con rilevazione della caratteristica forza-spostamento alle massime escursioni di esercizio;
- n. 3 cicli sperimentali come sopra alle massime escursioni sismiche.

15.2.4.6.3 Prove di carico

La prova statica va effettuata su di un elemento significativo del giunto avente larghezza come definito all'art. 27.6.2 e consisterà in:

- n. 1 prova statica con carico pari a l00 x 1,4 x 1,3 = 182 kN applicato ad un'impronta di 0,30 x 0,30 m disposto sull'elemento di giunto alla massima apertura e nella posizione più sfavorevole.

Durante la prova si misurerà la freccia del giunto che dovrà risultare minore o uguale al valore teorico. Al termine della prova il giunto non dovrà presentare danneggiamenti.

15.2.4.6.4 Prova a fatica

È richiesta per quei tipi di giunto nei quali le parti soggette a verifica strutturale sono realizzate in elementi metallici.

Il carico applicato deve variare da zero al carico massimo come più sotto definito con frequenza non superiore a 4 Hz per 2.000.000 di cicli.

Il carico massimo applicato deve essere pari a quello definito nel Progetto incrementato del coefficiente dinamico (100 kN x 1,4) su di un'impronta di 0,30 x 0,30 m.

Al termine della prova il giunto non deve presentare danneggiamenti.

15.2.4.6.5 Prova di adesione al cls

15.2.4.6.5.1 eseguita in laboratorio

La prova di adesione si farà su travetti 70x70x280 mm a forma di cuneo con una faccia inclinata di 20°, in calcestruzzo dosato in ragione di 450 kg di cemento per metro cubo d'impasto e stagionato per 28 giorni.

La faccia sarà spazzolata con spazzola d'acciaio all'atto della sformatura e trattata con la mano d'attacco che sarà utilizzata durante la messa in opera.

Si procederà infine al completamento del travetto mediante colaggio della malta di ripristino.

Il carico sarà applicato assialmente sulle due facce minori.

La resistenza richiesta è quella di taglio sulla faccia inclinata di 20°.

15.2.4.6.5.2 b) eseguita in opera

La verifica di ottenimento dell'adesione in opera si otterrà con il controllo al martello in contraddittorio con l'Appaltatore.

Qualora risultassero superfici risonanti a vuoto l'Appaltatore dovrà intervenire, a sua cura e spese, nei modi ritenuti dalla Direzione Lavori più opportuni, per eliminare tali difetti.

Nel caso non fosse possibile ristabilire la continuità con la soletta sottostante l'Appaltatore provvederà a sua cura e spese alla demolizione e al ripristino del giunto risultato non idoneo.

15.2.4.6.6 Prova di sfilamento tirafondi

La prova di sfilamento dei tirafondi deve essere eseguita con un tirafondo M16 realizzato in materiale analogo a quello utilizzato per il fissaggio dei giunti, ancorato per 110 mm in calcestruzzo Rck ≥ 50 MPa.

Il carico di sfilamento deve essere applicato assialmente al tirafondo con opportune attrezzature che annullino eventuali componenti deviate (snodi).

15.2.4.6.7 Prove di protezione anticorrosiva

Il sistema di protezione anticorrosiva definito, deve essere qualificato tramite le seguenti prove:

- prova in nebbia salina (720 h 5% cloruro di sodio) UNI EN ISO 9227 - ISO 4628/2/3/4/5;
- misurazione dello spessore minimo del film secco ISO 2808;
- prova di adesione ISO 2409 prima e dopo prova in nebbia salina;
- prova d'urto UNI EN ISO 6272.

I criteri di accettabilità sono riportarti nella tabella seguente:

PROVA	NORMA DI RIFERIMENTO	LIMITI/CRITERI DI ACCETTAZIONE
Nebbia salina	UNI EN ISO 9227	Assenza di bolle ISO 4628/2 Assenza di ruggine ISO 4628/3 Assenza di distacco-Ri:1 ISO 4628/4 Assenza di sfaldatura ISO 4628/5
Spessore minimo del film secco	ISO 2808	Come specificato dal produttore della vernice
Adesione	ISO 2409	0 o 1
Urto	UNI EN ISO 6272	Nessun danno visibile con una massa di 1 kg ed un'altezza di caduta di 100 mm

15.2.4.6.8 Controllo delle materie prime e componenti

L'Appaltatore dovrà fornire alla Direzione Lavori la documentazione atta a dimostrare che le materie prime ed i componenti utilizzati per la costruzione dei giunti da parte dei Produttori siano stati prodotti in base ad un sistema di controllo di qualità. Tutte le materie prime ed i componenti devono essere identificati in modo da poter correlare in ogni momento la documentazione di controllo agli stessi. La rintracciabilità deve essere garantita durante tutto il processo di fabbricazione ed installazione dei giunti. I controlli devono essere effettuati dalla Direzione Lavori in contraddittorio con l'Appaltatore e il Produttore, secondo la tabella seguente:

Tabella - Controllo di materie prime e componenti			
Tipo di controllo	**Materiale o componente**	**Controllo in accordo con**	**Frequenza**
Controllo da parte del Produttore e/o della Direzione Lavori	Acciaio strutturale	UNI EN ISO 377 UNI 552 UNI EN 10025	Ogni colata
	Acciaio inossidabile		Ogni colata
	Gomma	UNI EN 1337-3	Ogni 1,5 m^3 di mescola prodotta
	Lega di alluminio	UNI EN 10002	Ogni colata
	Prodotti componenti malte, betoncini e resine	UNI EN 12390-1 UNI EN 12390-3 UNI EN 12390-5 Scheda tecnica del Produttore	Come previsto dal Produttore
Rapporto di prova di laboratorio di parte terza 1) 1) Nota: da eseguire solo nel caso in cui il materiale non provenga regolarmente da produttori operanti con sistema di controllo della qualità certificato.	Acciaio strutturale	UNI EN ISO 377 UNI 552 UNI EN 10025	Ogni 12 mesi
	Acciaio inossidabile		Ogni 12 mesi
	Gomma	UNI EN 1337	Ogni 12 mesi
	Prodotti componenti malte, betoncini e resine	Tutti i controlli previsti al punto 27.3.5 delle presenti Norme	Ogni 12 mesi

15.2.4.6.9 Controlli in corso di montaggio

I controlli devono essere effettuati dalla Direzione Lavori in contraddittorio con l'Appaltatore e il Fornitore, secondo la tabella seguente:

Tabella - Controlli in corso di montaggio				
Tipo di controllo	**Soggetto del controllo**	**Caratteristiche da controllare**	**Controllo in accordo con**	**Frequenza**
Controllo da parte della Direzione Lavori, dell'Appaltatore e del Fornitore	Fenditura strutturale	Apertura	Dati forniti da Direzione Lavori	Ogni giunto
	Nicchie di alloggiamento	Dimensioni	Disegni forniti dall'Appaltatore controfirmati dal Fornitore	Ogni giunto

	Malte, betoncini e resine	Resistenza a compressione	UNI EN 12390-1 UNI EN 12390-3	ogni lotto di fornitura non superiore a 100 m di giunto e per ogni tipo di malta, betoncino o resina
	Tirafondi	Coppia di serraggio	Disegni forniti dall'Appaltatore controfirmati dal Fornitore	Ogni tirafondo ❶
		Lunghezza di inghisaggio	Disegni forniti dall'Appaltatore controfirmati dal Fornitore	Ogni giunto
	Giunto	Preregolazione	Dati forniti dalla Direzione Lavori	Ogni giunto
		Temperatura alla posa	Dati di Progetto	Ogni giunto
		Tolleranza di posa in opera	Cap. 27.5.3 delle presenti Norme	Ogni giunto

Note:

❶ La frequenza di prova potrà essere ridotta al 10% dei tirafondi solo se sarà utilizzata sistematicamente un'idonea attrezzatura semiautomatica che assicuri costantemente il corretto serraggio dei tirafondi (avvitatori elettrici o pneumatici regolabili o chiave dinamometrica).Nel caso che al controllo della Direzione Lavori il corretto serraggio dei tirafondi non sia accettabile nella percentuale compresa tra il 20% e il 50%, sarà esteso il controllo al 20% dei tirafondi; nel caso in cui al controllo della Direzione Lavori, il corretto serraggio non è accettabile nella percentuale compresa tra il 50% e il 100%, sarà eseguito il controllo su tutti i tirafondi.

15.2.4.6.10 Controlli sui prodotti finiti

I controlli devono essere effettuati dalla Direzione Lavori in contraddittorio con l'Appaltatore e il Fornitore, secondo la tabella seguente:

Tabella - Controlli sui prodotti finiti

Tipo di controllo	**Soggetto del controllo**	**Controllo in accordo con**	**Frequenza**
Controllo da parte della Direzione Lavori, dell'Appaltatore e del Fornitore	Dimensioni	Disegni forniti dall'Appaltatore controfirmati dal Fornitore	In accordo a quanto definito dal Piano di Campionamento doppio, livello qualitativo L.Q.A. 4%

	Durezza (ove applicabile)	Disegni forniti dall'Appaltatore controfirmati dal Fornitore UNI 4916	In accordo a quanto definito dal Piano di Campionamento doppio, livello I qualitativo L.Q.A. 4%
	Protezione anticorrosiva (ove applicabile)	Disegni forniti dall'Appaltatore controfirmati dal Fornitore	In accordo a quanto definito dal Piano di Campionamento doppio, livello I qualitativo L.Q.A. 4%

15.2.4.7 *Piano di assicurazione qualità*

Il piano di assicurazione di qualità (PAQ) comprende la descrizione del processo di produzione ed installazione dei giunti e la precisazione di tutti i controlli eseguiti per assicurare in modo soddisfacente la rispondenza dei giunti al presente Capitolato.

L'Appaltatore deve consegnare il PAQ, controfirmato dal Fornitore per la parte di sua competenza, alla Direzione Lavori, unitamente al progetto esecutivo dei giunti, prima dell'inizio della produzione degli stessi.

15.2.4.8 *Manutenzione dei dispositivi*

Ogni giunto di dilatazione, o se sufficiente ogni tipologia, dovrà essere dotato di un manuale di manutenzione fornito dall'Appaltatore e controfirmato dal Fornitore, in cui sono indicati modalità, tempistica e frequenza degli interventi di manutenzione ordinaria da eseguirsi sul dispositivo.

In tale manuale dovranno essere riportate anche le procedure da attuare nel caso che si rendessero necessari interventi di manutenzione straordinaria.

15.2.4.9 *Penali*

- Penalità per il non raggiungimento delle prestazioni previste in progetto:
  - qualora dalle prove eseguite risultassero valori inferiori di non più del 10% rispetto a quelli richiesti, secondo le presenti Norme, il Progettista eseguirà una verifica della sicurezza. Se tale verifica desse esito positivo, l'apparecchio sarà accettato ma il suo prezzo unitario sarà decurtato del 20%;
  - qualora i valori risultassero superiori a tale 10% o la precedente verifica avesse dato esito negativo, l'Appaltatore sarà tenuto, a sua totale cura e spese, alla sostituzione della fornitura con giunti di caratteristiche adeguate alle prestazioni richieste.
- Penali per difetti di impermeabilizzazione:
  - se entro due anni dalla sua costruzione, durante la pioggia e/o dopo alcune ore dall'ultima precipitazione atmosferica, si vedessero scolature di acqua per un'estensione fino al 15% della sua lunghezza, sarà applicata una penale del 15% del prezzo pagato per tutte le lavorazioni e forniture necessarie alla sua costruzione.

- In caso di scolature per un'estensione superiore a detto valore, il giunto dovrà essere ripristinato dall'Appaltatore a sua cura e spesa.

- Penalità per insufficiente adesione dei materiali di ripristino supporto ai giunti metallici:

  - nel caso di superfici risonanti a vuoto e sulle quali non è stato possibile eliminare il difetto, l'Appaltatore sarà tenuto, a sua totale cura e spese, alla rimozione completa dei materiali già posti in opera e alla loro sostituzione con materiali idonei.

- Penalità per mancata regolarità:

  - la regolarità della superficie di rotolamento dei pneumatici in corrispondenza dei giunti di dilatazione degli impalcati da ponte dovrà rispondere al seguente requisito:

    - indice I.R.I. (International Roughness Index), calcolato a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione inferiore a 5,0 mm. Le misure del profilo longitudinale interessano almeno una corsia (marcia o marcia lenta) e dovranno essere eseguite in un periodo compreso tra il 15º e il 180º giorno dell'apertura al traffico utilizzando l'apparecchiatura ARAN. Tali misure dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 cm e i valori dell'indice IRI saranno calcolati a partire da tale profilo con un "passo" di 5 m. Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale dei giunti di dilatazione si farà riferimento ai valori dell'indice IRI nel cui intervallo di calcolo (L=5 m) si trova ad essere posizionato almeno un giunto; qualora tale parametro non soddisfi le condizioni richieste, il giunto di dilatazione, ricadente nel relativo intervallo di calcolo sarà penalizzato del 15% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva del giunto anche se le misure interessano una corsia), questo fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità di seguito specificata. Il valore della soglia di non accettabilità è: IRI= 7 mm/m

  - Qualora il valore IRI, come definito in precedenza, sia maggiore o uguale al valore ritenuto accettabile sopra specificato, si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa per tutta la larghezza ed al rifacimento del giunto di dilatazione; il nuovo giunto sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo ed agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti.

- Penali per il rumore:

  - il limite di accettazione acustica del giunto sarà indicato in fase progettuale; il superamento di detto limite comporterà una riqualificazione gratuita del giunto stesso o, in caso di insuccesso, una sua completa sostituzione con un giunto di caratteristiche migliori.

15.2.4.10 *Appendice: giunti di dilatazione a tampone*

15.2.4.10.1 Generalità

I giunti di dilatazione a tampone, definiti anche giunti a comportamento elastico viscoso, sono attualmente distinti in:

- **Giunti a tampone viscoelastico:** sono giunti il cui dispositivo di continuità e di supporto è costituito da una miscela di bitume modificato con materiali di sintesi di natura elastomerica e/o plastomerica ed inerti di granulometria compresa tra 15-20 mm.
- **Giunti a tampone ANIDRO "brev. AUTOSTRADE":** sono giunti con tampone costituito da una miscela di bitume modificato con materiali di sintesi di natura elastomerica e/o plastomerica, inerti di granulometria compresa tra 15-20 mm e supporti di impermeabilità in malta cementizia fibrorinforzata.

15.2.4.10.2 Materiali

Il tampone viscoelastico sarà costituito da:

15.2.4.10.2.1 Legante

Bitume modificato con materiali di sintesi di natura elastomerica e/o termoplastici, con bitume di tipo E.

Tabella 6. **Bitume hard - legante "E" (%di modificante/i (*) > 8%)**

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25 °C	0,1 mm	UNI EN 1426	100-150
Punto di rammollimento ((00))/valore minimo P.A.	°C	UNI EN 1427	≥ 24/70
Punto di rottura (Fraass), max	°C	CNR 43/74	≤-17
Viscosità dinamica a 160 °C, y=100 s^{-1}, max	Pa*s	SN 67.1722a	≤ 0,8
Ritorno elastico a 25 °C, 50 mm/min	%	DIN 52013; (CNR 44/74 modificata)	≥ 70
Stabilità allo stoccaggio 3 d, a 180 °C Punto di rammollimento, max	°C	Vedi Norma in appendice	≤ 3
Valori dopo RTFOT (*0*)			
Perdita per riscaldamento (volatilità) a 163 °C, max ±	%	CNR 54/77	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25 °C, max	%	UNI EN 1426	≤ 50
Incremento del Punto di rammollimento, max	°C	UNI EN 1427	≤ 10

(*) Si intendono polimeri elastomerici e/o termoplastici tipo: SBS $_r$, SBS $_l$, SIS, EVA, LDPE, la percentuale complessiva è indicativa; LDPE è presente solo per le pavimentazioni da viadotto.

((00)) Incremento del P.A. rispetto al valore minimo di P.A. del bitume di base.

(*0*) Rolling Thin Film Oven Test.

15.2.4.10.2.2 Inerti

L'aggregato dovrà essere costituito da materiale basaltico o anche da pietrischetti e graniglie di provenienza o natura petrografica diversa, con granulometria compresa tra i 15 e 20 mm.

Tali inerti dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei secondo le norme CNR fasc. 4/1953, cap. 1 e 2 e rispondenti ai requisiti della prima categoria.

In ogni caso la qualità della roccia, da cui è ricavato per frantumazione l'inerte, dovrà avere alla prova "Los Angeles" (CNR B.U. n. 34 del 28/03/73 - Prova C) perdita di peso inferiore o uguale al 20%.

15.2.4.10.2.3 Malte e betoncini

La posa in opera del giunto di dilatazione a tampone sarà preceduta dall'eventuale ricostruzione del profilo degli elementi strutturali in calcestruzzo (testate solette). Le caratteristiche tecniche dei materiali utilizzati per la ricostruzione sono indicate nell'articolo riguardante i materiali per i ripristini, riportato nelle presenti Norme.

15.2.4.10.3 Giunto a tampone viscoelastico

15.2.4.10.3.1 Generalità

Il giunto a tampone viscoelastico dovrà essere costituito dalle seguenti parti:

- Dispositivo di drenaggio delle acque di sottopavimentazione;
  il convogliamento e lo smaltimento delle acque dovrà avvenire in zone che non insistono sulle strutture principali dell'opera. Il dispositivo sarà costituito da un tubo microfessurato avvolto in un sottile foglio di tessuto non tessuto;
- Dispositivo di sostegno del tampone bituminoso in lamierino di acciaio di dimensioni 0,30x0,15x0,002 m;
  tale dispositivo deve consentire le dilatazioni termiche della soletta mantenendo inalterata la sua funzionalità; esso deve inoltre conservare le proprie caratteristiche di tenuta alle temperature di getto del tampone viscoelastico.
- Tampone in conglomerato bituminoso chiuso;
  il giunto deve risultare impermeabile, pur consentendo i movimenti di tipo viscoso previsti. Il tampone deve aderire perfettamente alle pareti verticali della pavimentazione e non presentare sconnessioni. Lo spessore minimo del tampone viscoelastico deve essere di 11 cm.

15.2.4.10.3.2 Modalità di esecuzione del giunto

Il giunto a tampone viscoelastico deve essere posto in opera a pavimentazione finita.

L'intera lavorazione comprende:

- asportazione della pavimentazione a cavallo dei giunti di dilatazione da realizzare mediante taglio della pavimentazione per l'intero suo spessore fino a raggiungere l'estradosso delle solette di impalcato, demolizione della pavimentazione e dell'eventuale strato impermeabilizzante e trasporto a deposito di tutto il materiale di risulta;
- asportazione di eventuali materiali aventi funzione di giunto provvisorio;
- accurata pulizia del piano di posa del tampone o asportazione del calcestruzzo degradato o in fase di distacco;
- trattamento di sabbiatura dell'armatura eventualmente scoperta;
- eventuale ripristino delle testate delle solette con malta e/o betoncino reoplastici fibrorinforzati o con malte cementizio-epossidiche mantenendo la giusta distanza ed una forma il più possibile regolare tra le testate contrapposte;

- asciugatura della sede del giunto a mezzo di lancia termica;
- stesa di una membrana impermeabilizzante (dopo adeguata maturazione della malta) in BITUTHENE HD o ELOTENE-LASCO su tutta la sede del giunto, con l'accortezza che la membrana abbia gioco sufficiente ad assecondare i movimenti del giunto fino alla massima apertura, senza mai introdurre sollecitazioni di trazione su quest'ultima, posta in opera con la consueta forma ad omega tra le testate di soletta;
- introduzione a forza all'interno dello spazio tra le testate delle solette dell'impalcato di una treccia in poliuretano espanso avente la funzione di contenere la prima colata di bitume modificato;
- posa del dispositivo di drenaggio microfessurato rivestito di tessuto non tessuto;
- prima colata di bitume modificato su tutta la sede del giunto (pareti verticali e fondo) impregnando anche la treccia poliuretanica in modo da impermeabilizzarla;
- posa dei dispositivi di sostegno in lamierino di adeguata larghezza e spessore e lunghezza pari a 0,30 m, collocati l'uno accanto all'altro;
- seconda colata di bitume modificato sull'intera superficie orizzontale;
- colata di finitura in bitume modificato per l'intasamento dei vuoti residui.

15.2.5 Dispositivi per lo smaltimento dell'acqua dagli impalcati

15.2.5.1 *Campo di applicazione*

Le presenti specifiche riguardano i dispositivi per lo smaltimento dell'acqua dagli impalcati, destinati a drenare le acque di pavimentazione ed allontanarle dall'opera senza percolazioni e/o stillicidi sulle strutture sottostanti, costituiti da:

- griglie a presidio del pluviale, a quota tale da poter captare le acque meteoriche;
- collettore per il convogliamento delle acque;

così come configurati nei disegni di progetto.

15.2.5.2 *Posa in opera*

Prima della posa in opera la superficie di appoggio dovrà essere convenientemente pulita.

A posizionamento effettuato, si procederà alla sigillatura lungo i bordi del dispositivo.

Durante l'installazione si curerà, mediante la regolazione, che le pendenze di progetto siano rispettate.

15.2.5.3 *Controlli ed accettazione*

I diversi componenti dei dispositivi dovranno recare la marcatura CE, conforme alle disposizioni delle norme UNI EN 124, UNI EN 10088-2, UNI EN 10224 rispettivamente per le griglie, i bocchettoni ed i tubi.

Per ogni partita l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori la dichiarazione di conformità ed i relativi allegati ai sensi delle norme citate.

15.2.5.4 *Controlli in cantiere*

La Direzione Lavori controllerà, prima della posa in opera, i diversi elementi per accertarne la corrispondenza alle caratteristiche dimensionali previste in progetto.

Successivamente alla posa in opera la Direzione Lavori controllerà la corretta esecuzione degli allineamenti e dell'ubicazione, disponendo il rifacimento di quanto non conforme al progetto.

15.2.5.5 *Norme di misurazione*

I diversi elementi dei dispositivi saranno valutati a peso, secondo il materiale.

15.3 Verniciature di strutture in acciaio

Tutte le strutture in acciaio (inclusi gli infissi) dovranno essere finite con uno dei cicli di verniciatura di seguito descritti, secondo le indicazioni progettuali.

I cicli di verniciatura saranno preceduti dalla preparazione del supporto mediante spazzolatura meccanica, o sabbiatura, o sgrassaggio.

15.3.1 Ciclo "A"

Per strutture non in vista o come preparazione a successivi trattamenti di protezione al fuoco.

Da applicare in superfici preparate mediante sabbiatura di grado Sa 2½ della SVENSK STANDARD SIS con l'avvertenza che i ritocchi da effettuare con primer epossidico allo zinco, dopo la posa in opera delle strutture e prima dell'applicazione della seconda mano, dovranno interessare tutte le superfici dalle quali sia stata asportata la prima mano data in officina, in corrispondenza di saldature e comunque in tutti i punti che si presentassero scoperti.

Il ciclo comprende due mani di prodotti vernicianti, oltre alla mano di ritocchi; nello specchio che segue si riportano le caratteristiche di ciascuna mano:

	I MANO	RITOCCHI SULLA I MANO	II MANO
TIPO DI VERNICE	PRIMER EPOSSIDICO ALLO ZINCO	PRIMER EPOSSIDICO ALLO ZINCO	PITTURA EPOSSIDICA
PESO SPECIFICO grammi/litro	≥2600	≥ 2600	≥ 1400
COMPONENTI n.	2	2	2
SPESSORE DEL FILM mm	≥ 0,07	≥ 0,07	≥ 0,08
METODO DI APPLICAZIONE	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS	PENNELLO SPRUZZO	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS

15.3.2 Ciclo "B"

Per strutture in vista, preparate mediante sabbiatura di grado Sa 2½ della SVENSK STANDARD SIS, con la prima mano di antiruggine ed i ritocchi come al precedente Ciclo "A"; la seconda mano di pittura epossidica e la terza mano di smalto poliuretanico date in opera; complessivamente il ciclo comprende tre mani di prodotti vernicianti oltre alla mano di ritocchi; nello specchio che segue si riportano le caratteristiche di ciascuna mano:

	I MANO DATA IN OFFICINA	RITOCCHI SULLA I MANO DATA IN OPERA	II MANO DATA IN OPERA	III MANO DATA IN OPERA
TIPO DI VERNICE	PRIMER EPOSSIDICO ALLO ZINCO	PRIMER EPOSSIDICO ALLO ZINCO	PITTURA EPOSSIDICA	SMALTO POLIURETANICO
PESO SPECIFICO grammi/litro	$\geq$ 2600	$\geq$ 2600	$\geq$ 1400	$\geq$ 1100
COMPONENTI n.	2	2	2	1 o 2
SPESSORE DEL FILM mm	$\geq$ 0,07	$\geq$ 0,07	$\geq$ 0,08	$\geq$ 0,035
METODO DI APPLICAZIONE	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS	PENNELLO SPRUZZO	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS

15.3.3 Ciclo "C"

Da applicare su superfici non in vista o come preparazione a successivi trattamenti di: protezione al fuoco; strutture portanti in acciaio zincato a caldo; lattoneria in lamiera di ferro zincato per converse, canali di gronda, tubazioni, foderature, ecc.

Il ciclo comprende una sola mano di prodotti vernicianti; nello specchio che segue si riportano le caratteristiche della mano:

	I MANO
TIPO DI VERNICE	PRIMER EPOSSIDICO
PESO SPECIFICO grammi/litro	≥ 1500
COMPONENTI n.	2
SPESSORE DEL FILM mm	≥ 0,08
METODO DI APPLICAZIONE	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS

15.3.4 Ciclo "D"

Da applicare su superfici in vista zincate a caldo o su superfici metalliche esistenti preparate mediante spazzolatura meccanica o sabbiatura.

Il ciclo comprende tre mani di prodotti vernicianti; nello specchio che segue si riportano le caratteristiche di ciascuna mano:

	I MANO	II MANO	III MANO
TIPO DI VERNICE	PRIMER EPOSSIDICO	PITTURA EPOSSIDICA	SMALTO POLIURETANICO
PESO SPECIFICO grammi/litro	$\geq$ 1500	$\geq$ 1400	$\geq$ 1100
COMPONENTI n.	2	2	1 o 2
SPESSORE DEL FILM mm	$\geq$ 0,08	$\geq$ 0,08	$\geq$ 0,035
METODO DI APPLICAZIONE	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS

15.3.5 Ciclo "E"

Da applicare su lattoneria in lamiera di ferro nero per foderature, tubazioni, canali, ecc. e su pluviali in tubi di acciaio elettrosaldati, previa preparazione mediante sabbiatura.

Il ciclo comprende due mani di prodotti vernicianti; nello specchio che segue si riportano le caratteristiche di ciascuna mano:

	I MANO	II MANO
TIPO DI VERNICE	PRIMER EPOSSIDICO	PITTURA EPOSSIDICA
PESO SPECIFICO grammi/litro	$\geq$ 1500	$\geq$ 1400
COMPONENTI n.	2	2
SPESSORE DEL FILM mm	$\geq$ 0,08	$\geq$ 0,08
METODO DI APPLICAZIONE	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS

15.3.6 Ciclo "F"

15.3.6.1 *Ciclo F/1*

Da applicare su superfici non in vista preparate mediante sabbiatura di grado Sa 2½.

Il ciclo comprende due mani di prodotti vernicianti; nello specchio che segue si riportano le caratteristiche di ciascuna mano:

	I MANO	II MANO
TIPO DI VERNICE	PRIMER EPOSSIDICO ALLO ZINCO	PITTURA EPOSSICATRAME
PESO SPECIFICO grammi/litro	≥ 2600	≥ 1400
COMPONENTI n.	2	2
SPESSORE DEL FILM mm	≥ 0,07	≥ 0,15
METODO DI APPLICAZIONE	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS

15.3.6.2 *Ciclo F/2*

Da applicare su superfici non in vista zincate a caldo.

Il ciclo comprende due mani di prodotti vernicianti; nello specchio che segue si riportano le caratteristiche di ciascuna mano:

	I MANO	II MANO
TIPO DI VERNICE	PRIMER EPOSSIDICO	PITTURA EPOSSICATRAME
PESO SPECIFICO grammi/litro	≥ 1500	≥ 1400
COMPONENTI n.	2	2
SPESSORE DEL FILM mm	≥ 0,08	≥ 0,15
METODO DI APPLICAZIONE	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS

15.3.7 Protezione al fuoco

15.3.7.1 *Con pittura ignifuga intumescente*

Verniciatura protettiva di strutture metalliche costituita da pittura ignifuga intumescente a base acquosa (esente da solventi) atta all'isolamento al fuoco e ritardante la propagazione della fiamma mediante reazione ad effetto schiumogeno. Applicata a più mani, a pennello o a spruzzo, nelle quantità e con gli spessori sottoindicati, secondo le classi di protezione richieste, come da prescrizioni specificate nella circolare del Ministero dell'Interno n. 91 del 4/9/1961 e successivi aggiornamenti, gli spessori e le classi di protezione saranno le seguenti:

- per ottenere una resistenza al fuoco di classe 60 min, sarà applicato un quantitativo di pittura pari a 1,7÷1,8 kg/m² dato in 3÷4 mani, pari ad uno spessore finito di 0,8 mm;
- per ottenere una resistenza al fuoco di classe 120 min, sarà applicato un quantitativo di pittura pari a 2,9÷3,0 kg/m² dato in 4÷5 mani, pari ad uno spessore finito di 1,35 mm.

La pittura sarà applicata su superfici preventivamente preparate come ai cicli A e C; o su superfici di strutture in acciaio esistenti, sabbiate a metallo bianco di grado SVENSK STANDARD 2½ e trattate con una mano di antiruggine sintetico magro al cromato di zinco dello spessore di 0,04 mm.

15.3.7.2 *Con strato di fibre minerali miscelate con cemento e collante*

Copertura di strutture in acciaio, in calcestruzzo o in muratura mediante spruzzatura di uno strato costituito da fibre minerali di lana di roccia sfibrate, esenti da amianto e silice libera miscelate con cemento e collante vinilico negli spessori sottoindicati, atti a garantire:

- resistenza al fuoco di classe 90 min: spessore di 10 mm;
- resistenza al fuoco di classe 120 min: spessore di 15 mm;
- resistenza al fuoco di classe 180 min: spessore di 20 mm.

La copertura dovrà eseguirsi con impiego di idonea attrezzatura comprendente: tramoggia rotativa, sfibratore a pettine, booster a secco ecc. e applicata su superfici preventivamente preparate come ai cicli A e C; su superfici di strutture in acciaio esistenti, sabbiate a metallo bianco di grado SVENSK STANDARD 2½ e trattate con una mano di antiruggine sintetico magro al cromato di zinco dello spessore di 0,04 mm; su strutture in calcestruzzo o in muratura adeguatamente preparate mediante bagnatura con acqua e collante in pressione.

15.4 Sistemi protettivi per strutture in conglomerato cementizio

15.4.1 Sistemi protettivi filmogeni

15.4.1.1 *Generalità*

L'applicazione di sistemi filmogeni è la tecnica che si utilizza per proteggere l'elemento strutturale dall'aggressione di agenti aggressivi esterni quando attraverso le indagini si è accertata una delle seguenti situazioni:

- la struttura risulta ancora in buone condizioni e senza degrado superficiale, ancorché le indagini abbiano rivelato la presenza di uno spessore di calcestruzzo carbonatato, purché inferiore al copriferro;
- la struttura risulta ancora in buone condizioni e senza degrado superficiale, anche se le indagini hanno rilevato che sono iniziati fenomeni di corrosione nelle armature.

L'applicazione di sistemi protettivi filmogeni viene utilizzata anche quando si realizzano interventi di ripristino localizzati sia per equilibrare i potenziali elettrochimici delle armature, che per migliorare l'aspetto estetico. Si deve infatti evitare che parti di armatura avvolte da conglomerato di qualità diversa da punto a punto, vengano nuovamente a trovarsi in condizioni tali da generare nuove pile e reinnescare il processo di corrosione.

L'applicazione di sistemi protettivi ha scopo di impedire o ritardare l'insorgere dei fenomeni che possono portare alla fessurazione, allo sgretolamento, al dilavamento, al rigonfiamento, alla delaminazione od al distacco di parti di calcestruzzo.

Il sistema protettivo deve essere capace di costituire uno schermo verso l'ambiente impedendo da un lato la penetrazione degli aggressivi, dall'altro quella dell'acqua e dell'ossigeno, che contribuiscono alle reazioni che causano il degrado delle strutture.

15.4.1.2 *Definizione e scelta dei sistemi protettivi*

La scelta dei sistemi protettivi filmogeni deve essere effettuata in funzione del tipo di struttura, dell'elemento da proteggere ed in funzione del grado di aggressione a cui è sottoposto, il progetto indicherà il sistema da adottare, in accordo con le specifiche delle presenti Norme.

Nei paragrafi seguenti sono individuati i requisiti, le caratteristiche e le prestazioni, con le relative fasi esecutive e di controllo del sistema protettivo prescelto.

15.4.2 Protezione di ponti e cavalcavia

Di tipo PP - sistema protettivo elastico a base poliuretanica (ciclo alifatico) applicabile a rullo o con airless su qualsiasi tipo di elemento strutturale dove sia richiesto un elevatissimo grado di protezione. Costituito da un primer epossipoliammidico con spessore di 50 µm e da una finitura a base di elastomeri poliuretanici alifatici applicata in due differenti spessori in funzione del grado di protezione desiderata:

- Con 200 µm di spessore si ottiene:
  - la protezione contro l'ingresso di CO2, acqua liquida, cloruri;
  - la resistenza ai raggi UV, ai cicli di gelo e disgelo anche in presenza di sali disgelanti.
- Con 300 µm di spessore si ottiene:
  - la protezione contro l'ingresso di CO2, acqua liquida, cloruri;
  - la resistenza ai raggi UV, ai cicli di gelo e disgelo anche in presenza di sali disgelanti;
  - una Crack bridging ability relativa a cavillature già presenti sul supporto di apertura < 300 µm.

Di tipo PA - sistema protettivo elastico a base acrilica in acqua, applicabile a rullo o con airless su qualsiasi tipo di elemento strutturale dove sia richiesto un elevato grado di protezione, ma non indicato su elementi strutturali a contatto permanente con acqua, è particolarmente utilizzato per la protezione di superfici in ambiente chiuso in quanto non contiene solventi mentre è sconsigliata l'applicazione in periodo invernale in quanto le basse temperature ne rallentano l'indurimento. Costituito da un primer acrilico in acqua con spessore di 50 µm e finitura acrilica in acqua applicata in due differenti spessori in funzione del grado di protezione desiderata:

- Con 200 µm di spessore si ottiene:
  - la protezione contro l'ingresso di CO2, acqua liquida, cloruri;
  - la resistenza ai raggi UV, ai cicli di gelo e disgelo anche in presenza di sali disgelanti;.
- Con 300 µm di spessore si ottiene:
  - la protezione contro l'ingresso di CO2, acqua liquida, cloruri;

- la resistenza ai raggi UV, ai cicli di gelo e disgelo anche in presenza di sali disgelanti;
- una Crack bridging ability relativa a cavillature già presenti sul supporto di apertura < 300 µm.

Di tipo PM - protettivo rigido monocomponente a base di metacrilati applicabile a rullo o con airless utilizzabile ove sia richiesto un buon grado di protezione senza alcun performance di Crack bridging ability. Costituito da un primer a base di metacrilati con spessore di 50 µm e finitura a base di metacrilati applicata in spessore di 100 µm;

15.4.3 Requisiti e metodi di prova

Come viene riportato nella norma UNI EN 1504/2 la protezione pellicolare filmogena di strutture in c.a. consente di:

- proteggere dall'ingresso dell'aggressivo;
- incrementare la resistività elettrica mediante limitazione del tenore di umidità.

Affinché il sistema protettivo possa assolvere a tali funzioni deve essere caratterizzato dai seguenti requisiti:

- Capacità di barriera: è la capacità del sistema protettivo di isolare il calcestruzzo dagli aggressivi presenti nell'ambiente, si riferisce principalmente all'acqua liquida, agli ioni cloruro, all'anidride carbonica, ed all'ossigeno, che partecipano attivamente ai processi di corrosione; nei riguardi di queste sostanze la pellicola di protettivo deve naturalmente risultare il più possibile resistente.
- Resistenza ai raggi ultravioletti: indica la capacità del protettivo a non virare di colore ed ad invecchiare all'esposizione dei raggi UV.
- Permeabilità al vapore d'acqua: la pellicola, sulle strutture aeree (fuori terra) dovrà risultare il più permeabile possibile al vapor d'acqua proveniente dall'interno della struttura; in caso contrario con il variare della temperatura possono generarsi pressioni di vapore all'interfaccia pellicola/calcestruzzo, capaci di causarne il distacco.
- Aderenza: è la capacità del sistema protettivo di aderire nel tempo al supporto, ruolo fondamentale in tal senso svolge il primer quale promotore di adesione tra il supporto cementizio ed il rivestimento protettivo. Tali primer sono formulati di resina in forma liquida, monocomponenti oppure bicomponenti (base + induritore) e si applicano a rullo oppure mediante apparecchiatura a spruzzo di tipo airless per spessori di circa 50 µm.
- Crack bridging ability: è la capacità di mantenere integra la pellicola attraverso cavillature (< 300 µm) già esistenti nel conglomerato, che normalmente variano di apertura con le variazioni termiche e con il ritiro.
- Resistenza all'abrasione: indica la capacità di resistere all'usura sotto l'azione di azioni abrasive quali pedonabilità, traffico, contatto con acqua in movimento contenete solidi più o meno grossi.

Nella tabella sono indicati i principali requisiti ed i corrispondenti metodi di prova mediante i quali è possibile la caratterizzazione prestazionale dei sistemi protettivi filmogeni.

REQUISITI E METODI DI PROVA	PROTETTIVI DI TIPO			
	PP	PA	PM	PE
Adesione al calcestruzzo	UNI EN 1542			
Permeabilità al vapor d'acqua	UNI EN ISO 7783/1 UNI EN ISO 7783/2			
Permeabilità alla CO_2	UNI EN 1062/6			
Crack bridging ability	EN 1062/7			
Resistenza al gelo-disgelo con sali disgelanti	UNI EN 13687/1			
Permeabilità all'acqua (assorbimento capillare)	UNI EN 1062/3			
Invecchiamento artificiale (2000 ore UV e umidità relativa)	UNI EN 1062/11			
Resistenza all'abrasione	-		UNI EN ISO 5470/1	

15.4.4 Accettazione e specifiche prestazionali dei sistemi protettivi

Prima che i sistemi protettivi proposti dall'Appaltatore siano impiegati, la Direzione Lavori dovrà verificare che siano tra quelli omologati all'uso da parte del Committente, in base a prove dirette od a seguito dell'esame di prove eseguite presso Laboratori Ufficiali.

L'Appaltatore, prima dell'inizio dei lavori, dovrà fornire alla Direzione Lavori la documentazione tecnica per la qualifica dei materiali che intende impiegare, dimostrando la piena rispondenza ai requisiti ed alle prestazioni richieste (dichiarazione rilasciata dal Produttore).

La Direzione Lavori in tempo utile rispetto al programma lavori esprimerà il suo parere, potendo comunque prescrivere l'esecuzione di prove su campioni di materiali prelevati in contraddittorio. Saranno altresì richieste, con le stesse modalità, verifiche su campioni di materiale di normale fornitura e dichiarazioni che attestino le prestazioni specifiche delle partite di materiale, che sono consegnate di volta in volta dalle Società Produttrici.

Le Società Produttrici devono possedere certificazione di qualità ai sensi della normativa UNI EN ISO 9001 e possedere un manuale della Qualità.

La Direzione Lavori su indicazione del Committente, potrà richiedere che il Produttore fornisca, congiuntamente al materiale, una dichiarazione che attesti le prestazioni specifiche della partita di materiale che viene consegnato di volta in volta.

Tabella 7. **Prestazioni dei sistemi protettivi**

REQUISITI	PROTETTIVI DI TIPO			
	PM	PA	PP	PE
Adesione al calcestruzzo	> 3 MPa	> 2 MPa	> 3 MPa	> 3 MPa
Permeabilità al vapor d'acqua: - coefficiente di diffusione al vapore - spessore di aria equivalente	μ < 32.000 Sd < 3,2 m (sp.100 μm)	μ < 1.000 Sd < 0,3 m (sp.300 μm)	μ < 6.000 Sd < 1,8 m (sp.300 μm)	μ < 60.000 Sd < 36 m (sp.600 μm)
Permeabilità alla CO_2 - coefficiente di diffusione alla CO_2 - spessore di aria equivalente	μ > 1.000.000 Sd > 100 m (sp.100 μm)	μ > 700.000 Sd > 140 m (sp.200 μm)	μ > 1.300.000 Sd > 260 m (sp.200 μm)	μ > 1.500.000 Sd > 600 m (sp.400 μm)
Crack bridging ability[2]	-------	100 μm	100 μm	-----
Resistenza al gelo-disgelo con sali disgelanti - aderenza al calcestruzzo per trazione diretta dopo i cicli	> 3 MPa	> 2 MPa	> 3 MPa	> 3 MPa
Permeabilità all'acqua[3] (assorbimento capillare)	< 0,08 $kg \cdot m^2 \cdot h^{-0,5}$	< 0,1 $kg \cdot m^2 \cdot h^{-0,5}$	< 0,005 $kg \cdot m^2 \cdot h^{-0,5}$	< 0,005 $kg \cdot m^2 \cdot h^{-0,5}$
Invecchiamento artificiale	Nessun degrado	Nessun degrado	Nessun degrado	Schiarimen. colore
Resistenza all'abrasione	Perdita in peso < 500 mg	---------		Perdita in peso < 500 mg

15.4.5 Preparazione del supporto e modalità d'applicazione del sistema protettivo

La preparazione del calcestruzzo di supporto dovrà essere eseguita mediante sabbiatura sia per eliminare dalla superficie eventuali contaminanti, disarmanti e/o particelle in fase di distacco, che per aumentare l'aderenza del protettivo grazie ad una microruvidità superficiale, seguita da pulizia con aria compressa immediatamente prima della applicazione.

Qualora il supporto presenti vespai od altre imperfezioni superficiali si dovrà provvedere al risanamento mediante rasatura con malte di tipo MR1.

Quando il supporto presenta veri e propri degradi, ammaloramenti profondi, si dovrà asportare il calcestruzzo degradato e/o contaminato e provvedere al risanamento con malte o betoncini cementizi premiscelati ad espansione contrastata in aria. Quando il sistema protettivo viene applicato sul materiale di ripristino la superficie può non essere sabbiata.

15.4.5.1 *Pulizia della superficie*

Tutte le superfici su cui verrà applicato il protettivo dovranno essere pulite mediante aria compressa o lavaggio a caduta.

La Direzione Lavori si riserva comunque di approvare i risultati ottenuti dalla preparazione del supporto. Tale approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Appaltatore relativa al raggiungimento dei requisiti finali del rivestimento protettivo in opera.

[2] Spessore del protettivo 300 μm

[3] Si ritiene che se l'assorbimento capillare risulta essere < 0,01 $kg \cdot m^2 \cdot h^{-0,5}$ non vi sia alcuna diffusione dello ione Cloro

15.4.5.2 *Applicazione del sistema protettivo (primer + finitura)*

La temperatura di applicazione sia per i primers che per le finiture dovranno essere quelle riportate sulle schede tecniche dei prodotti prescelti.

È comunque vietata l'applicazione a temperatura inferiore a +5°C.

Al momento dell'applicazione del primer la superficie del supporto dovrà essere asciutta.

I primers e le finiture potranno essere applicate sia con airless che con rullo.

Il tempo intercorrente tra l'applicazione di strati successivi dovrà essere conforme a quanto riportato sulle schede tecniche del prodotto.

L'applicazione della finitura dovrà avvenire preferibilmente a spruzzo mediante airless; è consentita l'applicazione a pennello od a rullo solo nel caso di protezione di superfici d'estensione limitata.

Lo spessore del sistema protettivo indicato nel progetto si intende sempre come spessore di film secco, ossia a rivestimento indurito.

Il prodotto non deve provocare inconvenienti d'alcun genere agli applicatori che comunque durante la miscelazione e l'applicazione dovranno indossare guanti, occhiali ed idonei indumenti di lavoro.

In particolare il prodotto non deve contenere idrocarburi clorurati, metanolo, benzene ed altre sostanze d'analoga o maggiore tossicità.

15.4.6 Prove, controllo delle prestazioni e degli spessori, penali

La Direzione Lavori prima dell'inizio delle lavorazioni dovrà verificare attentamente che i macchinari utilizzati per sabbiatura del calcestruzzo, per la pulizia del supporto e per l'applicazione dei sistemi protettivi siano idonei ad ottenere quanto richiesto dalla Norma Tecnica generale e dal Progetto in particolare.

Tali verifiche dovranno essere fatte anche in corso d'opera per verificare che tutte le fasi esecutive siano realizzate come descritto nel progetto specifico e come riportato sulle schede tecniche dei prodotti utilizzati.

In corso d'opera le prove potranno essere ripetute con la frequenza richiesta dalla Direzione Lavori su indicazione del Committente, ed inoltre la stessa Direzione Lavori effettuerà controlli dello spessore sul film umido[4] della singola mano applicata con le seguenti modalità:

- misura dello spessore mediante "pettine" d'idonea graduazione secondo le specifiche della ASTM D 4414 (o ASTM D 1212);
- per superfici globali da proteggere inferiori a 2000 m² almeno una serie di 20 misure;

[4] Lo spessore di film umido, corrispondente allo spessore di film secco previsto in Progetto, si ottiene moltiplicando lo spessore di film secco per 100 e dividendo per il valore dei solidi in volume del prodotto da applicare (derivato dalla scheda tecnica del prodotto), il valore ottenuto verrà arrotondato alla decina

- per superfici globali da proteggere superiori a 2000 m² almeno una serie di 40 misure;
- la serie di misure sarà, se possibile, omogeneamente distribuita sulla superficie da verificare ed il suo valore medio non dovrà essere minore di quello di Progetto.

Nel caso risulti un valore medio inferiore allo spessore di progetto, l'Appaltatore, a sua cura e spese, provvederà ad integrare lo spessore mancante mettendo in atto tutti gli accorgimenti necessari per la buona riuscita dell'integrazione.

Qualora dalle prove eseguite, anche su materiali posti in opera, risultassero valori inferiori di non più del 10% rispetto a quelli richiesti, il materiale verrà accettato ma il suo prezzo unitario verrà decurtato del 15% per tutte le superfici ed i volumi su cui si è operato e per tutti i prezzi e sovrapprezzi con cui è stato pagato. Qualora i valori risultassero minori di oltre il 10% rispetto a quelli richiesti, l'Appaltatore sarà tenuto a sua totale cura e spese alla sostituzione e/o alla rimozione dei materiali già posti in opera.

15.5 Impermeabilizzazione di opere d'arte

15.5.1 Norme Generali

Tutti i materiali per impermeabilizzazione dovranno rispondere ai requisiti prescritti dalle rispettive Norme di accettazione.

Particolare cura dovrà essere posta nella preparazione delle superfici da impermeabilizzare; eventuali punti singolari dovranno essere stuccati e sigillati con idonee malte o stucchi epossidici.

Dovranno avere adeguate pendenze per un regolare sgrondo delle acque e presentarsi sane, regolari, perfettamente pulite, assenti da oli, grassi, polveri e prive di residui di boiacca o di malta cementizia, di prodotti disarmanti, di preesistenti impermeabilizzazioni. Le superfici dovranno essere asciutte e stagionate per almeno venti giorni per assicurare una buona adesione del manto impermeabilizzante. A questo fine la superficie dovrà essere sabbiata e/o bocciardata, anche 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 un'accurata pulizia delle superfici interessate anche mediante idrolavaggi (preferibilmente in periodi caldi o asciutti) e conseguente energica soffiatura con aria compressa.

L'esecuzione delle impermeabilizzazioni dovrà essere eseguita con la massima accuratezza, specialmente in prossimità di fori, passaggi, canne ecc.; il convogliamento delle 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; non si dovranno in nessun modo danneggiare le attrezzature di smaltimento preesistenti e/o ricostruite.

Le riprese di lavoro dovranno essere ridotte al minimo, salvo le esigenze particolari; in ogni caso dovrà essere assicurata una perfetta adesione tra vecchia e nuova membrana.

Il manto dovrà essere transitabile, senza distacchi e perforazioni, dal normale traffico di cantiere (escluso quello cingolato).

Le strutture sovrastanti gli strati impermeabili dovranno essere eseguite dopo il perfetto consolidamento degli strati stessi.

Eventuali perdite che si manifestassero sino a collaudo eseguito, dovranno essere sanate ed eliminate dall'Appaltatore a suo totale carico, compreso ogni lavoro di ripristino delle eventuali sovrastrutture.

L'Appaltatore dovrà sottoporre preliminarmente alla Direzione Lavori i campioni dei materiali che intende adottare per essere sottoposti alle prove di idoneità che saranno richieste dalla Direzione Lavori.

Potranno essere prelevati anche tasselli già posti in opera su cui effettuare le prove di laboratorio su zone scelte a caso.

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

15.5.2 Manto con membrana elastica continua in materiale epossipoliuretanico

15.5.2.1 *Primer di adesione*

Il primer di adesione dovrà essere costituito da base epossidica ed induritore poliamminoalifatico con solventi, per un residuo secco non inferiore al 60% in peso.

15.5.2.2 *Membrana impermeabilizzante sintetica elastica continua spruzzata in opera*

La membrana impermeabilizzante elastica continua dovrà essere costituita da un copolimero epossipoliuretanico 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 > 293 K ed UR 65% ± 5%. Il materiale applicato dovrà, a polimerizzazione avvenuta, avere le seguenti caratteristiche chimico-fisiche salvo diversa prescrizione progettuale:

- Densità relativa (riferita al prodotto A+B polimerizzato): 1,15 ± 0,05 kg/dm².
- Durezza superficiale: 90 ± 5 Shore "A".
- Resistenza a sollecitazione per trazione: minimo 6 MPa (UNI EN 12311).
- Allungamento percentuale a trazione: minimo 80% (UNI EN 12311).
- Elasticità: massimo 15% (verificata come deformazione residua a trazione) (UNI EN 12311).
- Resistenza alle basse temperature: integrità per avvolgimento su mandrino cilindrico fino a T= 253 K (UNI EN 495-5 e UNI EN 1109).
- 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).

15.5.2.3 *Mano d'attacco per collegamento della membrana con la pavimentazione*

La mano d'attacco dovrà essere costituita da un bitume modificato con polimeri SBS-R da spruzzare a caldo (T> 453 K) in ragione di circa 0,8 kg/m² e le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme (pavimentazioni in conglomerato bituminoso) salvo diverse disposizioni progettuali.

15.5.2.4 *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/m².

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 telai in acciaio prima dell'impermeabilizzazione dell'impalcato.

Sulla superficie così pretrattata si dovrà procedere all'applicazione della membrana epossipoliuretanica elastomerica mediante idonee apparecchiature automontate ed automatiche che garantiscano, oltre che potenzialità di lavoro adeguata, il controllo dei quantitativi di stesa.

L'impermeabilizzazione deve essere continua ed omogenea su tutta la superficie superiore dell'impalcato, compresi i cordoli nella parte verticale interna e nella superficie orizzontale.

Anche eventuali canalette per cavi devono essere integralmente rivestite come le superfici esposte dei cordoli.

La realizzazione della membrana dovrà essere fatta mediante l'applicazione di un quantitativo di prodotto medio di 3,4-3,6 kg/m² (spessore secco 3,0 mm) tale da garantire un'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 sarà 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 283 K.

Non prima di 12 h dal termine della stesa della membrana impermeabile, nel caso di temperature > 293 K, dovrà seguire l'accurata ed uniforme applicazione della mano di attacco e di collegamento alla pavimentazione nella quantità di 0,8 kg/m².

15.5.3 Manto con cappa di mastice di asfalto

15.5.3.1 *Materiali*

L'impermeabilizzazione degli impalcati delle opere d'arte sarà realizzata mediante applicazione per colata di cappe di mastice di asfalto colato di spessore finito non inferiore a 10 mm. Il mastice d'asfalto dovrà avere la seguente composizione:

- Legante: previo idoneo primer compatibile con il legante utilizzato, 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 E le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme (pavimentazioni in conglomerato bituminoso). 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 inerti (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 e +0,1 calcolato secondo la formula:

$$\mathrm{IP} = \frac{20u - 500v}{u + 50v}$$

dove:

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 mm UNI (ASTM n. 80) e per il 90% al setaccio 0,075 mm UNI. (ASTM n. 200, granulometria da effettuare per via umida) contenuto per il 30÷35% in peso sullo miscela degli aggregati. Il suo potere stabilizzante dovrà essere tale che la miscela bitume 40-50/filler, nel rapporto in peso di 1 a 2, abbia un punto di rammollimento P.A. almeno 15 K superiore a quello del bitume puro;
- Sabbia: dovrà essere totalmente passante al setaccio 2,5 mm 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 mm UNI), contenuta per il 65-70% in peso sulla miscela di inerti;
- Miscela finale: la parte lapidea della miscela (sabbia + filler) dovrà avere una percentuale di vuoti (v) compresa tra il 18 ed il 23%.

Il legante totale dovrà saturare tutti gli spazi vuoti, garantendo inoltre un'eccedenza compresa tra il 5 ed il 7% (Vb-V = 5-7 in cui Vb 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 potrà presentare valori compresi tra 373 e 403 K.

L'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori, prima dell'inizio dei lavori, per la necessaria approvazione, la composizione prevista per il mastice e la curva granulometrica delle sabbie nonché campioni del prodotto finito e dei materiali componenti compresi i primer, in modo che su di essi possano essere effettuati preventivamente tutte le prove previste nelle presenti Norme.

La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio della esecuzione dei lavori, né saranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive.

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 ed uniforme su tutta la superficie, con spessore minimo di 10 mm e max di 14 mm, da verificare mediante prelievo di campioni.

15.5.3.2 *Modalità di preparazione del mastice di asfalto colato*

La confezione del mastice di asfalto colato sarà 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 debba essere fatto a peso.

Per ottenere degli impasti perfettamente omogenei, potrà essere seguita una delle seguenti procedure, a seconda del tipo di impianto a disposizione.

- 1^ procedura

1. Premiscelazione degli inerti, compreso il filler, a temperatura di 483÷503 K.
2. Aggiunta del bitume nella corretta percentuale preventivamente portato alla temperatura di 423÷433 K.
3. Mescolazione dell'impasto per almeno 5 min.
4. Scarico dell'impasto in un’apposita caldaia (cooker) coibentata, munita di sistema di riscaldamento e di apposito agitatore.
5. Mescolazione dell'impasto nella caldaia, per un tempo non inferiore a 30 min, alla temperatura di 473÷483 K, al fine di ottenere un'intima miscelazione del bitume con il filler.

- 2^ procedura

1. 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 un'intima miscelazione del bitume con il filler.
2. 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 sia fatta sul luogo della stesa, il trasporto del mastice sarà effettuato con caldaie mobili (bonze), munite anche esse di agitatore meccanico ed apposito impianto di riscaldamento.

15.5.3.3 *Modalità di applicazione*

Le superfici di calcestruzzo da impermeabilizzare dovranno essere stagionate e presentarsi sane ed asciutte, esenti da oli, grassi, polveri e prive di residui di boiacca o di malta cementizia; prima dell'applicazione del mastice si dovrà procedere ad un'accurata pulizia dell'impalcato, mediante bocciardatura eseguita con idonea macchina avente potenza non inferiore ad 80 CV, 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 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 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 un'elevata penetrazione nella soletta.

Le quantità da stendere saranno di 0,5-0,7 kg/m² salvo diverse prescrizioni progettuali.

Sul primer sarà posto in opera, dopo evaporazione dell'acqua o del solvente, il mastice di asfalto, mediante colamento del materiale a temperatura di 473 K (± 24 K); la sua distribuzione ed il livellamento saranno eseguiti con fratazzi di legno.

La sua adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.

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 sarà 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 283 K.

Il mastice d'asfalto deve essere steso, per quanto possibile, con uno spessore costante, per cui tutte le irregolarità della soletta dovranno essere portate a livello, affinché le stesse non si ripercuotano sulla cappa.

In seguito, dopo il completamento dell'impermeabilizzazione, a discrezione della Direzione Lavori, si dovrà procedere ad una risagomatura della soletta mediante stesa di un sottile strato di conglomerato bituminoso realizzato con inerti calcarei di granulometria appropriata.

Qualora le condizioni dell'impalcato da impermeabilizzare siano tali da determinare irregolarità o soffiature del manto (umidità eccessiva dei calcestruzzi 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 di conglomerato bituminoso, all'atto della stesa non sia inferiore a 413 K in modo da ottenere la sigillatura di eventuali fori presenti nello strato di mastice d'asfalto.

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, armata con geotessile non tessuto in poliestere del peso non inferiore a 300 g/m².

La guaina dovrà essere risvoltata per almeno 25 cm rispettivamente sulla cappa di mastice di asfalto e sul coronamento di cordolo.

15.5.4 Manto con bitume modificato con elastomeri ed armato con TNT

I lavori di impermeabilizzazione dovranno essere eseguiti a temperatura non inferiore a 10°C ed in assenza di forte umidità e di pioggia. Il piano di posa deve risultare perfettamente asciutto e privo di polvere.

L'impermeabilizzazione consisterà essenzialmente nelle seguenti operazioni:

- accurata preparazione delle superfici da trattare, che devono risultare compatte, asciutte ed esenti da olii. Si provvederà quindi ad una accurata pulizia generale della superficie con motosoffiatore e, se necessario con motospazzatrice o getto di acqua ad alta pressione (operazione quest'ultima da eseguirsi con la massima cura e senza l'impiego di soluzioni acide);
- spargimento con autocisterna termica, provvista di autonomo impianto di riscaldamento e barra di distribuzione automatica, dotata di strumentazione in grado di assicurare l'uniformità della stesa ed il controllo di processo in tempo reale, di bitume elastomerizzato alla temperatura di 180-190 °C in ragione di 2,5 kg/m^2.
- applicazione sulla zona trattata di tessuto non tessuto di poliestere, che dovrà essere sovrapposto di circa 20 cm; il peso di tessuto applicato dovrà essere compreso tra 150 e 200 gr/m^2.
- per completare l'adesione del tessuto non tessuto al bitume elastomerizzato nonché per l'impregnazione dello stesso al tessuto si dovrà rullare la superficie con un leggero mezzo di compattazione gommato. Ad operazione conclusa il tessuto dovrà risultare perfettamente aderente al piano di posa legante.
- spargimento con le stesse modalità di cui al punto 2) di una seconda mano di bitume elastomerizzato, in ragione di 2 kg/m^2.
- spargimento uniforme di sabbia di natura calcarea o silicea, di pezzatura non superiore a 3 mm, in ragione di circa 2 kg/m^2.

All'atto della stesa del conglomerato bituminoso sul manto impermeabilizzante non si dovrà eseguire la consueta mano di attacco tramite emulsione bituminosa.

15.5.5 Requisiti di accettazione dei materiali impiegati e del manto impermeabilizzante

15.5.5.1 *Caratteristiche del bitume elastomerizzato*

CARATTERISTICHE	NORMA DI RIFERIMENTO	VALORI
Penetrazione a 25°C, dmm	CNR-BU n. 24/71	50-70

Punto di rammollimento, P&A, °C, min	CNR-BU n. 35/73	60
Punto di rottura FRAAS, °C, max	CNR-BU n. 43/74	- 20
Viscosità dinamica a 160°C, Pa x s	SN 67.1722a/85	> 0,45
Ritorno elastico a 25°C, %, min	DIN 52013	80
Stabilità allo stoccaggio (Δ□Pen, dmm e P&A, °C), max	-	5
Invecchiamento (RTFOT), penetrazione residua, % min	ASTM D 2872	60
Invecchiamento (RTFOT), variazione P&A, °C	ASTM D 2872	+/-5

15.5.5.2 *Caratteristiche del tessuto in poliestere*

Il tessuto non tessuto in poliestere dovrà essere privo di collanti, appretti o impregnanti e non dovrà aver subito alcun trattamento di termosaldatura; dovrà essere del tipo agugliato ottenuto dal solo processo di filatura (stirotesturizzazione).

Sono richieste le seguenti caratteristiche chimico-fisiche:

- Imputrescibilità;
- inattaccabilità da muffe, batteri, roditori;
- punto di rammollimento PA, °C > 240;
- punto di fusione °C > 260;
- ottima resistenza ai raggi UV;
- ottima resistenza agli agenti chimici;
- ottima tenuta allo scorrimento sotto carico costante.

Dovranno inoltre essere garantite le seguenti caratteristiche meccaniche, riscontrate su campioni di dimensioni mm 50 x 150:

- resistenza a trazione longitudinale, N >225
- resistenza a trazione trasversale, N >225
- allungamento a rottura longitudinale, % >65
- allungamento a rottura trasversale, % >75
- resistenza alla lacerazione longitudinale, N >125
- resistenza alla lacerazione trasversale, N >155

15.5.5.3 *Caratteristiche del manto impermeabilizzante*

Sul manto impermeabilizzante ottenuto al termine della lavorazione, dovranno essere garantite le seguenti caratteristiche meccaniche, riscontrate su campioni di dimensioni mm 50 x 150 con spessore di 5 mm:

- resistenza a trazione longitudinale, N >500
- resistenza a trazione trasversale, N >500
- allungamento a rottura longitudinale, % >125
- allungamento a rottura trasversale, % >125
- resistenza alla lacerazione longitudinale, N >245
- resistenza alla lacerazione trasversale, N >245
- resistenza alla punzonatura, PS >3
- adesione al supporto cementizio liscio, longitudinale, N >200
- adesione al supporto cementizio liscio, trasversale, N >200

15.5.6 Manto realizzato con guaine preformate costituite da bitumi modificati con elastomeri ed armato con TNT

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

15.5.6.1 *Materiali*

Il primer di adesione dovrà essere costituito da base epossidica ed induritore poliamminoalifatico con solventi, per un residuo secco non inferiore al 60% in peso.

La massa bituminosa della guaina sarà costituita indicativamente da bitume leggermente polimerizzato, in quantità non superiore al 70% in peso della massa costituente il legante, mescolato con copolimeri di butilene e propilene con opportuni agenti stabilizzanti della dispersione degli elastomeri nel bitume. Potranno in alternativa essere usati altri tipi di elastomeri e plastomeri purché compatibili con il bitume e con le temperature di fabbricazione e messa in opera.

Dovrà essere escluso l'uso di ogni tipo di carica minerale.

La massa bituminosa costituente la guaina dovrà rispondere alle caratteristiche riportate di seguito:

- punto di rammollimento P.e A. > 423 K;
- punto di rottura Frass 258 K;
- penetrabilità DOW a 288 K (con peso 100 g a 289 K) 20÷30 dmm.

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

L'armatura delle guaine sarà costituita da geotessile non tessuto ottenuto da fibre di poliestere a filo continuo agglomerato mediante agugliatura. 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, dovranno risultare i seguenti valori:

- peso > 300 g/m²
- resistenza a trazione su striscia di 5 cm (UNI EN ISO 13934-1 e UNI EN 29073-3) > 18 kN/m
- allungamento (UNI EN ISO 13934-1 UNI EN 29073-3) > 60%

- lacerazione > 0,5 kN
- punzonamento (UNI 8279-14) > 3 kN
- inalterabilità all'azione anche prolungata di sali, alcali, acidi, idrocarburi e microrganismi;
- perfetta adesione ed impregnabilità con la massa bituminosa.

Le guaine dovranno essere sottoposte preliminarmente a prove dalle quali dovrà risultare la rispondenza ai requisiti sottoelencati:

- massa areica (UNI 8202-7):
  - guaina di spessore non minore di 5 mm > 5,500 kg
  - guaina di spessore non minore di 4 mm > 4,500 kg
- resistenza a trazione (UNI EN 12311):
  - longitudinale > 18 kN/m
  - trasversale > 16 kN/m
- resistenza a lacerazione (UNI EN 12310):
  - longitudinale 0,16 kN
  - trasversale 0,17 kN
- punzonamento statico:
  - classe di resistenza/carico supportato su sfera diam. 10 mm
  - su supporto rigido Ps4/> 25 kg
  - su supporto non rigido Ps4/> 25 kg
- flessibilità a freddo su mandrino (UNI EN 495-5 e UNI EN 1109) 263 K
- scorrimento a 343 K (UNI 8202-16) < 1 mm
- impermeabilità all'acqua (UNI EN 1928) > 100 kPa

salvo diverse prescrizioni progettuali.

15.5.6.2 *Modalità di posa in opera*

Eseguiti gli interventi preparatori seguirà la stesa di un idoneo primer che potrà essere costituito da bitumi di tipo C, le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme, applicato mediante spruzzo "airless" e con adeguata apparecchiatura.

La guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 5 mm e larghezza minima di 1,00 m, armata con geotessile non tessuto in poliestere del peso di 300 g/m², salvo diverse prescrizioni progettuali, sarà posta in opera direttamente sul primer di attacco alla soletta, quando la temperatura media diurna dell'aria sia superiore ai 283 K.

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.

Nel caso invece di guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 4 mm, sarà posta in opera previa spalmatura, su primer di attacco alla soletta, di 1 kg/m² di materiale bituminoso avente le stesse caratteristiche di quello formante la guaina.

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

In ambedue i casi la loro adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.

15.5.7 Manto con cartonfeltro bitumato

L'impermeabilizzazione è costituita da due strati di cartonfeltro bitumato ricoperto a doppio bagno, del peso cadauno non inferiore a 1,2 kg/m², alternati con tre spalmature di bitume ad alto punto di fusione, dato a caldo, in ragione di 1,2 kg/m² per ogni spalmatura. Il peso complessivo dell'impermeabilizzazione dovrà risultare mediamente di 6 kg/m².

Quando il manto è posto al piede di murature e/o tramezzi dovrà avere una larghezza eccedente almeno 10 cm per parte il loro spessore.

15.5.8 Manto con membrane prefabbricate a base bituminosa

L'impermeabilizzazione è costituita da membrane prefabbricate a base bituminosa, disposte ad uno o due strati ed armate con tessuto non tessuto in poliestere o con teli di fibre di vetro. La massa bituminosa sarà costituita indicativamente per il 70% in peso da bitume leggermente polimerizzato mescolato con copolimeri di butilene e propilene con opportuni agenti stabilizzanti della dispersione degli elastomeri nel bitume; avrà le seguenti caratteristiche:

- punto di rammollimento P.e A. 403÷413 K
- punto di rottura Frass 288 K
- penetrazione con peso di 100 g a 298 K: 2÷3 mm.

L'armatura, in relazione alle previsioni progettuali, sarà costituita da:

- tessuto non tessuto del peso di 300 g/m² in fibre di poliestere ad alto titolo e tenacità solidamente collegate tra loro mediante legamento per agugliatura;
- velo in fibra di vetro del peso di almeno 50 g/m²;
- tessuto in fibra di vetro del peso di almeno 50 g/m².

La finitura superficiale delle membrane sarà di tipo: normale; granigliata; autoprotetta con lamina goffrata di alluminio ricotto titolo 99,5% colore naturale di spessore di 0,08 mm; con lamina goffrata di rame ricotto titolo 99,5% colore naturale spessore di 0,08 mm, come da scelte progettuali.

Il peso delle membrane, per quelle armate in tessuto non tessuto in poliestere e per quelle armate con tessuto di fibra di vetro e autoprotette con lamine metalliche sarà di almeno 4 kg/m²; per quelle armate con velo di fibra di vetro sarà di 3 kg/m².

Le membrane saranno applicate a fiamma previa pulizia del supporto e spalmatura di primer a base bituminosa, sovrapponendo i bordi dei teli per almeno 5 cm.

Nel manto costituito da doppio strato di membrane, il secondo strato sarà applicato a fiamma incrociato rispetto al primo.

15.5.9 Manto con fogli di PVC o di gomma sintetica

L'impermeabilizzazione è costituita da fogli in PVC o in gomma sintetica, come da scelte progettuali, dello spessore di 1,2÷1,3 mm, posti in opera con giunti sovrapposti per almeno 10 cm e saldati ad aria calda o mediante solvente.

Le operazioni di saldatura dovranno essere realizzate in tre fasi: puntatura dei teli; formazione di un primo cordone di saldatura; saldatura definitiva a tenuta idraulica ottenuta mediante un secondo cordone di saldatura.

I fogli in PVC (cloruro di polivinile), plastificato e stabilizzato ai raggi ultravioletti, saranno armati con tessuto in poliestere o fibra di vetro.

I fogli in gomma sintetica (Hypalon), da porre in opera, previa impregnazione del sottofondo con appositi adesivi, dovranno essere accoppiati con un feltro in fibra sintetica dello spessore di 0,4 mm.

I manti dovranno essere risvoltati, fissandoli sul coronamento perimetrale con profilati estrusi in alluminio di adeguata sezione e sagomati per farli aderire alla struttura sottostante; l'acqua meteorica sarà convogliata ai pluviali medianti pezzi speciali saldati e muniti di griglie parafoglie; particolare cura dovrà essere posta nella realizzazione dei raccordi con le strutture emergenti dal manto (lucernari, canne fumarie ecc.) utilizzando opportuni collari.

15.5.10 Manto con fogli di PVC e coibentazione in pannelli di poliuretano espanso

Il manto è costituito da un primo strato di tessuto non tessuto del peso di 300 g/m²; una barriera antivapore in poliestere di spessore > 0,5 mm; un secondo strato di tessuto non tessuto del peso di 300 g/m²; uno strato coibente dello spessore complessivo di 50 mm a doppio ordine di pannelli rigidi di poliuretano espanso della densità di 35 kg/m³ posti in opera a giunti sfalsati; uno strato impermeabile in PVC dello spessore di 1,5 mm, rinforzato con tessuto in poliestere o velo in fibra di vetro e stabilizzato ai raggi UV.

15.5.11 Barriera antivapore

La barriera antivapore sarà ottenuta mediante fogli di polietilene dello spessore > 0,5 mm; avrà giunti sovrapposti per almeno 10 cm che saranno sigillati con nastro biadesivo o sistemi equivalenti.

15.5.12 Geotessile

Lo strato separatore sarà realizzato in geotessile non tessuto, in fibre di polipropilene o poliestere aventi le seguenti caratteristiche:

Resistenze a trazione MD e CD (EN ISO 10319: 1998)	$\geq$ 18 kN/m
Allungamento MD e CD (UNI EN ISO 10319: 1998)	$\geq$ 50%

Punzonamento statico (UNI EN ISO 12236: 1999)	$\geq$ 3 kN
Punzonamento dinamico (UNI EN ISO 918:1999)	$\leq$ 10 mm
Permeabilità ortogonale al piano (UNI EN ISO 11058:2002)	$\geq 1 \times 10^{-3}$ m/s
Diametro di filtrazione(UNI EN ISO 12956: 2001)	$\leq$ 80 µm
resistenze a trazione MD e CD (EN ISO 10319: 1998)	$\geq$ 18 kN/m

Sarà fissato al piano di posa mediante punti di bitume e i giunti fra i teli saranno sovrapposti per almeno 5 cm.

15.6 Pali di fondazione

15.6.1 Generalità

Vengono considerate le seguenti categorie di pali:

- pali con spostamento parziale del terreno, installati senza scavo, con minima o assente rimozione del materiale, tra i quali rientrano:
  - pali infissi prefabbricati in c.a., o c.a.p. o in acciaio;
  - pali battuti o roto-infissi, gettati in opera;
- pali con rimozione del terreno, tra i quali rientrano:
  - pali trivellati;
  - pali ad elica continua;
- micropali, particolare tipologia di pali con rimozione di terreno, caratterizzati dall'avere il diametro inferiore a 300 mm.

15.6.2 Norme di Riferimento

- D.M. del Ministero delle Infrastrutture del 17/01/2018 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".
- Circolare M.I.T. N° 617 del 02/02/2009 Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- UNI EN 197-1 Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni
- UNI EN 206 Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità
- UNI EN 791-1 Macchine perforatrici. Sicurezza

- UNI EN 996 Apparecchiature di palificazione - Requisiti di sicurezza
- UNI EN 1536 Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Pali trivellati
- UNI EN 12699 Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Pali eseguiti con spostamento del terreno
- UNI EN 14199 Esecuzione di lavori geotecnici speciali – Micropali
- UNI EN 12794 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Pali di fondazione
- UNI EN 10025 Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 1,2,3,4,5,6
- UNI EN 10034 Travi ad I e H di acciaio per impieghi strutturali
- UNI EN 10080 Acciaio d'armatura per calcestruzzo - Acciaio d'armatura saldabile – Generalità
- UNI EN 10210-1 Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali - Parte 1: Condizioni tecniche di fornitura
- UNI EN 10210-2 Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali - Parte 2: Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo
- UNI EN 10255 Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura - Condizioni tecniche di fornitura
- ASTM D4945 Standard test method for high-strain dynamic testing of piles

15.6.3 Soggezioni geotecniche e geoidrologiche ed ambientali generali

L'esecuzione dei pali presuppone da parte dell'Appaltatore la conoscenza, oltre che delle prescrizioni di progetto circa le caratteristiche degli elementi, anche delle informazioni inerenti il terreno da attraversare.

In particolare l'Appaltatore dovrà valutare con attenzione i seguenti particolari aspetti:

- presenza di strati altamente permeabili (D10>4 mm),
- presenza di terreni coesivi soffici che possono essere causa di instabilità dello scavo,
- presenza di strati di materiale duro o roccia, di massi rocciosi, che possono essere causa di difficoltà di attraversamento e richiedono l' uso di utensili speciali,
- presenza di livelli piezometrici artesiani,
- chimica dei materiali da attraversare e dell' acqua di falda, con presenza di componenti che possono avere effetti negativi sui materiali utilizzati nelle varie fasi di costruzione del palo.

Dove sono previste condizioni di stretta interferenza con strutture confinanti alla zona di costruzione, si presuppone da parte dell' Appaltatore la conoscenza dello stato in essere. In particolare, esiste l'*obbligo per l' Appaltatore di verifica e collaborazione nella realizzazione* di tutte le opere di presidio dei terreni interrati dando luogo alla preparazione dei piani di lavoro tali da garantire la corretta esecuzione dei lavori in condizioni di sicurezza, al fine di evitare possibili inconvenienti a cose o persone.

I sottoservizi, sottostrutture tubazioni e cavi elettrici, eventualmente presenti nel volume di terreno interessato dagli scavi, dovranno essere preventivamente individuati e deviati in modo da evitare che risultino danneggiati, o provochino danni, a seguito delle lavorazioni.

In presenza di terreni superficiali instabili (per esempio zone di riporto) o nelle zone di risanamento preventivo dalle strutture interrate esistenti demolite, dovranno essere realizzate tutte le azioni preventive per la protezione del tratto di scavo instabile.

Per gli aspetti e le problematiche esecutive relative a temi ambientali, quali presenza d'inquinanti nel terreno o restrizioni nella destinazione dei materiali di risulta, si rimanda integralmente a quanto prescritto dalla Normativa Nazionale e Regionale vigente e alle prescrizioni degli Enti preposti alla tutela ambientale.

Inoltre durante le lavorazioni dovrà essere posta attenzione a:

- lavorazioni in adiacenza a strade aperte al traffico o edifici abitati che dovranno essere eseguite con tutte le segnalazioni e le precauzioni idonee ad evitare danni a persone o cose;
- lavorazioni in adiacenza a linee elettriche aeree in esercizio, che dovranno svolgersi nel rispetto delle distanze prescritte.
- lavorazioni in adiacenza di linee ferroviarie

15.6.4 Prove preliminari

15.6.4.1 *Prove tecnologiche*

Le modalità scelte dall'Appaltatore per la realizzazione dei pali di progetto dovranno essere messe a punto prima di dare inizio ai lavori attraverso la realizzazione di un adeguato numero di "pali di prova delle tecnologie esecutive".

I pali di prova dovranno essere eseguiti alla presenza della Direzione Lavori in aree rappresentative dal punto di vista geotecnico e idrogeologico, prossime a quelle dei pali di progetto. Il numero dei pali di prova dovrà essere non minore dello 0,5% del numero dei pali di progetto, con un minimo di un palo per ciascun tipo di tecnologia esecutiva.

In ogni caso dovranno essere seguite le prescrizioni della Direzione Lavori, cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive.

Qualora l'Appaltatore proponga durante il corso dei lavori di variare le modalità esecutive già inizialmente sperimentate ed approvate, egli dovrà ripetere le prove tecnologiche sopra descritte ed ottenere nuovamente l'approvazione da parte della Direzione Lavori.

Ciò premesso, va inteso che le prove tecnologiche sono totalmente a carico dell' Appaltatore.

15.6.4.2 *Prove di progetto*

La Direzione Lavori potrà disporre l'esecuzione di ulteriori "prove di progetto" su "pali pilota" appositamente realizzati per la determinazione della resistenza del singolo palo, ai sensi del D.M. 17/01/2018.

Le prove di progetto 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 dei cedimenti della testa del palo in funzione dei carichi e dei tempi.

In ogni caso l'Appaltatore dovrà seguire le indicazioni fornite dalla Direzione Lavori.

Gli oneri per l'esecuzione delle prove di progetto ordinate dalla Direzione Lavori verranno compensate all'Appaltatore.

15.6.4.3 *Preparazione del piano di lavoro*

Il piano di lavoro dovrà avere le caratteristiche di portanza e capacità drenante, in modo tale da garantire le condizione di sicurezza per la movimentazione e per le operazione a cui sono adibite le attrezzature utilizzate per le lavorazioni in oggetto.

Per pali in alveo in presenza di battente d'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.

15.6.5 Pali infissi prefabbricati

15.6.5.1 *Definizione*

Appartengono a questa categoria i pali infissi, prefabbricati in c.a. o c.a.p. o in acciaio, costituiti da elementi a sezione circolare o poligonale, variabile o non, pieni o cavi internamente, di norma di forma cilindrica o tronco conica.

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.

15.6.5.2 *Soggezioni geotecniche e ambientali specifiche*

L'adozione dei pali infissi prefabbricati è condizionata da una serie di fattori ambientali e geotecnici; quelli che meritano particolare attenzione sono:

- disturbi alle persone provocati dalle vibrazioni e dai rumori causati dall'infissione dei pali (norme UNI9614 e ISO 2631);
- danni che l'installazione dei pali può arrecare alle opere vicine a causa delle vibrazioni, degli spostamenti orizzontali e/o verticali del terreno, provocati durante l'infissione (norme UNI9916 e ISO4866)
- danni che l'infissione dei pali può causare ai pali adiacenti.

Durante l'infissione dei pali prova la Direzione Lavori potrà richiedere misure vibrazionali di controllo per accertare che l'installazione dei pali infissi non danneggi le proprietà vicine.

Qualora nel corso delle misure vibrazionali fossero superati i limiti di accettabilità previsti dalle norme, l'Appaltatore dovrà sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori i provvedimenti che intende

adottare. È altresì richiesta la presentazione di un programma di lavori in cui sia dettagliatamente esplicitata la successione cronologica di installazione di ciascun palo.

15.6.5.3 *Caratteristiche dei materiali*

I pali in c.a. saranno realizzati fuori opera con conglomerato cementizio avente resistenza caratteristica di classe non inferiore a 40/50 MPa; devono perciò impiegarsi impasti con basso rapporto acqua-cemento ("Slump" inferiore a 7,5 cm) e costruiti in accordo con la Norma EN 12794:2005.

Il conglomerato cementizio deve essere opportunamente centrifugato o vibrato; il ricoprimento del ferro dovrà risultare uniforme e maggiore di 25 mm.

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni del presente Capitolato, tenendo conto delle sollecitazioni cui i pali saranno sottoposti durante il trasporto, il sollevamento e le successive fasi di infissione e di esercizio. L'estremità inferiore del palo sarà protetta e rinforzata da piastre o puntazze metalliche la cui configurazione dipenderà dalla natura e dalle caratteristiche dei terreni del sottosuolo.

In caso di infissione per battitura la testa del palo dovrà essere opportunamente conformata ed eventualmente rinforzata con elementi metallici in grado di ripartire uniformemente nel calcestruzzo le tensione dovute all' impatto.

La punta del palo potrà essere conica o dotata di una opportuna protezione metallica nel caso che sia previsto l'attraversamento di strati compatti o granulari.

Qualora il palo utilizzato fosse composto da elementi giuntati, i giunti di collegamento dovranno garantire le condizioni di continuità strutturale e in grado di assicurare un livello di durabilità equivalente.

Tali attributi dovranno essere supportati, oltre che da opportuni documentazione tecnica di calcolo, da prove sperimentali in scala reale eseguite presso laboratori certificati e approvati dalla Direzione Lavori.

Ogni partita di pali dovrà essere accompagnata da un attestato di conformità, in accordo con il D.M. 246 del 21 Aprile 1993, attestante la resistenza caratteristica del conglomerato cementizio impiegato, la distribuzione delle armature, la data di getto. La Direzione Lavori ha la facoltà di fare eseguire prove di controllo della geometria del fusto e delle armature e delle caratteristiche di resistenza dei materiali impiegati.

Per quanto riguarda i pali in acciaio, il materiale utilizzato dovrà rispondere ai criteri specificati nel presente Capitolato.

L'acciaio dovrà essere saldabile, non legato a grano fine in conformità con le norme UNI EN 10210 e UNI EN 10219.

Non dovranno essere utilizzati tubi spiralati.

Per un tubo formato da più elementi le eventuali saldature longitudinali dovranno essere sfalsate di 90°, inoltre tutte le saldature circonferenziali dovranno essere controllate e certificate mediante:

- ispezione visive;
- controlli radiografici (raggi X o gamma), in accordo con le norme UNI EN 1290 e UNI EN 1291;
- controlli mediante liquidi penetranti- filtranti, in accordo con le norme UNI EN 1289:2003.

Per le saldature valgono comunque le prescrizioni elencate nella norme UNI EN 15609, UNI EN ISO 5817 e UNI EN ISO 9692, riassunte nella seguente tabella:

SALDATURA						CONTROLLI		
Tipo di giunzione	Tipo di saldatura	Preparazione giunzione	Tipo di elettrodo	Tipo di processo (EN ISO 4063)	Saldatura	Classe di accettazione difetti	Tipo di test	Estensione
giunto di testa-A	UNI EN ISO 9692	UNI EN ISO 9692	EN499	111 114 12 131 135 136	UNI EN 15609	D	osservazione	100%
Giunto di sovrapposizione -A	UNI EN ISO 9692	UNI EN ISO 9692				D	osservazione	100%
giunto di testa- B	UNI EN ISO 9692	UNI EN ISO 9692				D	osservazione	100%
giunto di sovrapposizione -B	UNI EN ISO 9692	UNI EN ISO 9692				D	osservazione	100%
A) per giunzioni strutturali								
B) per giunzioni non strutturali								

In caso di infissione per battitura, il tubo potrà eventualmente contenere una zona di rinforzo in corrispondenza della testa per assicurare un'idonea ripartizione del carico trasmesso dalla cuffia del battipalo o, nel caso di battitura sul fondo, dovrà essere dotato di un particolare spessore e fondello nella zona di contatto con il mandrino di prolunga.

In questo ultimo caso dovranno essere effettuati opportuni trattamenti termici per evitare fenomeni di fragilità nelle zone di saldatura fra il tappo d fondo e l'elemento tubolare.

Per quanto riguarda le tolleranze dimensionali dei tubi valgono le seguenti prescrizioni:

- Tolleranza sul diametro esterno = +0.3% / -0.75% dello spessore nominale e, comunque, con l'ulteriore condizione sulle estremità pari a +2.4 mm / - 0.8 mm.
- Tolleranza sull'ovalizzazione = la differenza fra diametro maggiore esterno e diametro minore esterno dovrà essere inferiore all'1% del diametro nominale esterno.
- Spessore = le differenze dovranno essere comprese fra +15% e -12,5% .
- Rettilineità = La deviazione della linea retta dovrà essere inferiore od uguale allo 0.1% della lunghezza del tubo. La misura della deviazione sarà fatta tirando un nastro od una fune fra le due

estremità del tubo, e misurando la deviazione massima del tubo dalla retta; la rettilineità delle barre dovrà essere verificata in almeno due piani ortogonali fra di loro.

15.6.5.4 *Tolleranze geometriche*

Saranno accettate le seguenti tolleranze sull'assetto geometrico del palo:

- sulla lunghezza: uguale a ± 1%;
- sul perimetro: uguale a ± 2%;
- deviazione dell'asse del palo rispetto all'asse di Progetto: $\leq$3%;
- errore rispetto alla posizione planimetrica: $\pm$0.1 m in tutte le direzioni.

L'Appaltatore è tenuto ad eseguire a suo esclusivo onere e spesa, tutte le opere sostitutive e/o complementari che a giudizio della Direzione Lavori si rendessero necessarie per ovviare all'esecuzione di pali in posizione e/o con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, compresi pali aggiuntivi ed opere di collegamento.

15.6.5.5 *Tracciamento*

Prima di iniziare l'infissione si dovrà, a cura e spese dell'Appaltatore, indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo. Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del palo quale risulta dalla pianta della palificata.

L'Appaltatore dovrà presentare:

- una pianta della palificata con la posizione planimetrica di tutti i pali, inclusi quelli di prova contrassegnati con numero progressivo;
- un programma cronologico di infissione elaborato in modo da minimizzare gli effetti negativi dell'infissione stessa sulle opere vicine e sui pali già installati.

15.6.5.6 *Infissione*

Le attrezzature impiegate dovranno essere conformi alle norme EN996.

L'installazione del palo potrà avvenire per battitura, vibrazione o per un combinazione dei due sistemi.

I tipi di battipalo impiegati per l'infissione dei pali sono i seguenti:

- battipalo a vapore ad azione singola;
- battipalo a vapore a doppia azione;
- battipalo diesel;
- battipalo idraulico.

15.6.5.6.1 Infissione per battitura

L'Appaltatore dovrà fornire tutte le informazioni concernenti il sistema di infissione che intende utilizzare:

- marca e tipo di battipalo;
- principio di funzionamento del battipalo;
- energia massima di un colpo e relativa possibilità di regolazione;
- numero dei colpi al minuto e relativa possibilità di regolazione;
- efficienza del battipalo;
- caratteristiche del cuscino (materiale, diametro, altezza), la sua costante elastica e il suo coefficiente di restituzione;
- peso della cuffia;
- peso degli eventuali adattatori;
- peso del battipalo.

I criteri di battitura e gli elementi che ne influenzano il processo dovranno essere preventivamente definiti in modo che non si generino nei pali tensioni superiori a quelle ammissibili.

L'Appaltatore dovrà dimostrare tale presupposto con i metodi di calcolo noti nella letteratura tecnica (equazione dell'onda d'urto).

Qualora le condizioni del sito fossero tali da render incerta la valutazione, per via teorica, delle sollecitazioni indotte, la Direzione Lavori, nell' ambito delle prove tecnologiche preliminari, potrà richiedere che le prove di battitura siano eseguite in presenza di dispositivi di monitoraggio dinamico.

Le misure dinamiche sui pali in fase di battitura verranno eseguite, secondo le modalità descritte nella norma ASTM 0-4945, durante l'intera fase di battitura di tutti i pali del campo prova.

Le misure dinamiche verranno interpretate dallo stesso specialista che esegue le misure mediante il risolutore dell'equazione d'onda CAPWAP (Holloway, 1978) o altro metodo simile, preventivamente approvato dal progettista.

Durante la battitura dovranno essere sempre verificate le seguenti condizioni di tensione massima nei materiali:

- Sforzo di compressione, nei pali prefabbricati in c.a/c.a.p. (inclusa la precompressione): $\leq 0.8 \times Rck$ ove: Rck = resistenza caratteristica del calcestruzzo al momento dell' installazione.
- Sforzo di trazione, nei pali prefabbricati in c.a/c.a.p: $\leq (0.8 \times Fyk - Rp)$ ove: Fyk = resistenza caratteristica a snervamento delle armature , Rp = sforzo generato dalla precompressione.
- Sforzo di trazione/compressione, nei pali in acciaio: $\leq 0.9 \times Fyk$ ove: Fyk = resistenza caratteristica a snervamento dell' acciaio.

Particolare attenzione dovrà essere posta nell' attivazione di elevati sforzi di trazione nel passaggio da uno strato di elevata compattezza ad una strato di particolare deformabilità.

15.6.5.6.2 Infissione per vibrazione

L'Appaltatore dovrà fornire tutte le informazioni concernenti il sistema di vibrazione che intende utilizzare:

- peso della morsa vibrante;
- ampiezza e frequenza del vibratore.

La forza centrifuga e l' ampiezza del vibratore dovranno essere scelte in funzione del palo, del terreno e delle condizione al contorno quali la presenza di strutture. In prossimità di strutture sensibili, è obbligatorio l'impiego di vibratori ad alte frequenza (> 2000 vpm o 33 Hz) e dotati di sistemi anti-risonanti per la fase di avvio e di arresto delle masse eccentriche.

15.6.5.6.3 Aspetti generali d'installazione

Prima di essere infisso, il fusto del palo dovrà essere suddiviso in tratti di 0,25 m, contrassegnati con vernice di colore contrastante rispetto a quello del palo.

Gli ultimi 2,0 m - 4,0 m del palo dovranno essere suddivisi in tratti da 0,1 m, onde rendere più precisa la rilevazione dei rifiuti nella parte terminale della battitura.

L'arresto della battitura del palo potrà avvenire solo dopo aver raggiunto:

- la lunghezza minima di progetto;
- il rifiuto minimo specificato.

Precisazioni dettagliate concernenti il punto B) saranno fornite all'Appaltatore dalla Direzione Lavori, note le caratteristiche del sistema d'infissione.

Nei casi in cui fosse evidenziata l'impossibilità di raggiungere le quote minime di Progetto dovranno essere raccolti tutti gli elementi conoscitivi che consentano la definizione alla Direzione Lavori degli eventuali adeguamenti alle modalità operative e/o al Progettista delle eventuali variazioni progettuali.

In condizioni geotecniche particolari la Direzione Lavori può richiedere la ribattitura di una parte dei pali già infissi per un tratto in genere non inferiore a 0,3÷0,5 m.

In questo caso si dovranno rilevare i "rifiuti" per ogni 0,1 m di penetrazione, evidenziando in modo chiaro nei rapporti di cantiere che si tratta di ribattitura.

In caso di "rifiuto" anticipato rispetto alle condizioni di Progetto, sono eventualmente ammessi metodi ausiliari di installazione del palo quali:

- perforazione di fori di alleggerimento;
- iniezioni di acqua ad alta energia;
- predemolizione con esplosivo;
- perforazione in avanzamento;

purchè tali metodi non influenzino negativamente la capacità portante del palo e producano effetti sulla stabilità di terreni e conseguenze sulle strutture in più immediata adiacenza.

15.6.5.7 *Controlli e documentazione lavori*

L'infissione di ogni singolo palo dovrà comportare la registrazione su apposita scheda, compilata dall'Appaltatore in contraddittorio con la Direzione Lavori, dei seguenti dati:

- identificazione del palo;
- data di costruzione del palo;
- data di infissione;
- caratteristiche del sistema di infissione;
- velocità di avanzamento/colpi maglio ogni 0,10 m negli ultimi 1,0 m - 2,0 m e ogni 1,0 m nel tratto precedente;
- profondità raggiunta;
- profondità di progetto;
- rifiuti di eventuale ribattitura.

Tale scheda dovrà essere riportata su apposito modello che dovrà essere trasmesso dall'Appaltatore alla Direzione Lavori.

Qualora prevista il monitoraggio dinamico di battitura, dovranno essere resi disponibili diagrammi riportanti le grandezze rilevate ed interpretate in funzione della profondità e in funzione del tempo.

La scheda di ciascun palo dovrà inoltre contenere i dati relativi all'effettivo posizionamento plano-altimetrico della testa del palo e, qualora richiesto in progetto, la misura della deviazione dalla verticale effettuata con strumento topografico od inclinometrico approvato dalla Direzione Lavori.

15.6.6 Pali battuti o roto-infissi, gettati in opera

15.6.6.1 *Definizione*

Si tratta di pali in c.a. realizzati, con minima o senza asportazione di terreno, previa installazione di un tuboforma – cilindrico liscio o corrugato o ad elica cava - provvisorio o permanente costituito da un tubo metallico di adeguato spessore chiuso inferiormente da un tappo provvisorio o non.

Completata l'infissione del tubo forma, dopo aver installato la gabbia d'armatura si procede al getto del conglomerato cementizio estraendo contemporaneamente, se previsto, il tuboforma.

La gabbia d'armatura potrà essere installata preventivamente o successivamente alla formazione del fusto in calcestruzzo.

Il tappo di fondo potrà essere in acciaio o in conglomerato cementizio realizzato forzando, mediante battitura, il conglomerato cementizio contro le pareti del tubo forma e contro il terreno alla base.

L'adozione della tipologia di esecuzione sarà conforme a quanto esposto in progetto.

15.6.6.2 *Soggezioni geotecniche e ambientali specifiche*

L'adozione dei pali infissi prefabbricati è condizionata da una serie di fattori ambientali e geotecnici; quelli che meritano particolare attenzione sono:

- disturbi alle persone provocati dalle vibrazioni e dai rumori causati dall'infissione dei pali (norme UNI9614 e ISO 2631);
- danni che l'installazione dei pali può arrecare alle opere vicine a causa delle vibrazioni, degli spostamenti orizzontali e/o verticali del terreno, provocati durante l'infissione (norme UNI9916 e ISO4866);
- danni che l'infissione dei pali può causare ai pali adiacenti.

Durante l'infissione dei pali prova la Direzione Lavori potrà richiedere misure vibrazionali di controllo per accertare che l'installazione dei pali infissi non danneggi le proprietà vicine.

Qualora nel corso delle misure vibrazionali risultassero superati i limiti di accettabilità previsti dalle norme, l'Appaltatore dovrà sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori i provvedimenti che intende adottare. È altresì richiesta la presentazione di un programma di lavori in cui sia dettagliatamente esplicitata la successione cronologica di installazione di ciascun palo.

15.6.6.3 *Tolleranze geometriche*

Saranno accettate le seguenti tolleranze sull'assetto geometrico del palo:

- sulla lunghezza: uguale a ± 1%;
- deviazione dell'asse del palo rispetto all'asse di Progetto: <3%;
- deviazione rispetto alla posizione planimetrica: ±0.1 m in tutte le direzioni.

Inoltre la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto.

L'Appaltatore è tenuto ad eseguire a sua esclusiva cura e spese tutte le opere sostitutive e/o complementari che a giudizio della Direzione Lavori si rendessero necessarie per ovviare all'esecuzione di pali in posizione e/o con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, compresi pali aggiuntivi ed opere di collegamento.

15.6.6.4 *Tracciamento*

Prima di iniziare l'infissione si dovrà, a cura ed onere dell'Appaltatore, indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo; su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del palo quale risulta dalla pianta della palificata.

L'Appaltatore dovrà presentare:

- una pianta della palificata con la posizione planimetrica di tutti i pali inclusi quelli di prova contrassegnati con numero progressivo;

- un programma cronologico di infissione elaborato in modo da minimizzare gli effetti negativi dell'infissione stessa sulle opere vicine e sui pali già installati.

15.6.6.5 *Installazione del tubo forma*

L' installazione del tubo forma potrà avvenire mediante battitura, vibro-infissione o roto-infissione.

Le attrezzature impiegate dovranno essere conformi alle norme EN996:1995;

15.6.6.5.1 Infissione con battipalo

I tipi di battipalo impiegabili per l'infissione dei pali sono i seguenti:

- battipalo diesel;
- battipalo idraulico;

L'infissione può avvenire battendo il tuboforma in sommità oppure sul fondo; in questo ultimo caso essa avverrà attraverso un mandrino rigido. Il tappo di fondo potrà essere di conglomerato cementizio a consistenza appena umida, di ghiaia o metallico.

L'Appaltatore dovrà fornire le seguenti informazioni concernenti il sistema d'infissione che intende utilizzare:

- marca e tipo del battipalo;
- principio di funzionamento del battipalo;
- energia massima di un colpo e relativa possibilità di regolazione;
- numero di colpi al minuto e relativa possibilità di regolazione;
- efficienza del battipalo;
- caratteristiche del cuscino (materiale, diametro, altezza), la sua costante elastica ed il suo coefficiente di restituzione;
- peso della cuffia;
- peso degli eventuali adattatori;
- peso del battipalo.

Prima di essere infisso, il tuboforma dovrà essere suddiviso in tratti di 0,25 m, contrassegnati con vernice.

Gli ultimi 2,0 - 4,0 m del turbo-forma dovranno essere suddivisi in tratti da 0,1 m onde rendere più precisa la rilevazione dei rifiuti nella parte terminale della battitura.

L'arresto della battitura del tuboforma potrà avvenire dopo aver raggiunto:

- la lunghezza minima di Progetto;
- il rifiuto minimo specificato.

Precisazioni dettagliate concernenti il punto b) saranno fornite all'Appaltatore dalla Direzione Lavori, note le caratteristiche del sistema di infissione.

Nei casi in cui fosse evidenziata l'impossibilità di raggiungere le quote minime di Progetto dovranno essere raccolti tutti gli elementi conoscitivi che consentano la definizione degli eventuali adeguamenti alle modalità operative alla Direzione Lavori e/o delle eventuali variazioni progettuali da parte del Progettista.

In condizioni geotecniche particolari la Direzione Lavori può richiedere la ribattitura di una parte dei tubi forma già infissi per un tratto in genere non inferiore a 0,3÷0,5 m.

In questo caso si dovranno rilevare i "rifiuti" per ogni 0,1 m di penetrazione, evidenziando in modo chiaro nei rapporti che si tratta di ribattitura.

15.6.6.5.2 Roto-infissione del tubo forma

Le attrezzature impiegate dovranno essere fornite di sufficiente coppia torcente e spinta in modo assicurare un processo di installazione del tubo forma continuo, senza interruzioni.

Nel caso che il tubo forma abbia geometria variabile con la lunghezza, tale per cui la sezione prevalente del tubo risulta essere inferiore rispetto a quella dell'utensile di avanzamento, nella parte inferiore esso dovrà essere dotato di un utensile di opportuna conformazione, in grado di esercitare una azione di compattazione sulla superficie laterale del fusto durante la sua fase di estrazione.

15.6.6.6 *Formazione del fusto del palo*

Durante l'installazione e nella eventuale successiva fase di estrazione non dovrà in alcun modo verificarsi l' entrata di acqua all' interno del tubo forma.

Nel caso di pali eseguiti con tuboforma temporaneo, nessun nuovo palo potrà essere eseguito ad una distanza inferiore a sei diametri (da centro a centro) dal palo appena completato, sino a che quest'ultimo non avrà raggiunto una sufficiente resistenza. In assenza di riscontri effettivi sui tempi di presa del calcestruzzo si dovrà assumere un tempo minino di attesa di 24 ore.

Nel caso di terreni coesivi soffici con una coesione non drenata inferiore a 50 kPa, la distanza minima sopra indicata (da centro a centro) dovrà essere aumentata secondo quanto mostrato in tabella:

CU (KPa)	DISTANZA MINIMA (m)
50	6
40	7
30	8
20	9.5
15	10

15.6.6.6.1 Pali con formazione del fusto con conglomerato cementizio costipato

Ultimata l'infissione del tubo forma si provvederà, se previsto in progetto, all'espulsione del tappo ed alla formazione del bulbo di base, forzando mediante battitura il conglomerato cementizio nel terreno ed evitando nel modo più assoluto l'ingresso di acqua e/o terreno nel tuboforma.

Per la formazione del bulbo di base si adotterà un conglomerato cementizio avente:

- rapporti acqua-cemento: a/c $\leq$ 0,4;
- slump al cono di Abrams: s $\leq$ 4 cm.

Il getto del fusto del palo si effettuerà evitando segregazioni ed in totale assenza di acqua, introducendo dall'alto piccole quantità di conglomerato cementizio da costiparsi via via per battitura o a pressione.

Dopo aver formato il bulbo, la formazione del fusto avverrà con modalità di posa del calcestruzzo analoghe, ma energie minori di costipamento.

Tale metodologia di formazione del fusto non è ammessa allorché:

- è previsto il tuboforma permanente;
- il terreno circostante il palo sia argilloso non saturo;
- il terreno circostante sia così deformabile da provocare la deformazione della gabbia di armatura durante il costipamento del conglomerato cementizio.

Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato impiegando aggregati di appropriata granulometria previamente approvata dalla Direzione Lavori e dovrà avere la resistenza caratteristica di Progetto, risultando comunque di classe non inferiore a 25/30 MPa.

Contemporaneamente alle operazioni di getto del conglomerato cementizio si procederà, se previsto, all'estrazione del tubo forma controllando di mantenere comunque un dislivello minimo tra conglomerato cementizio all'interno del palo e la scarpa del tubo forma tale da evitare l'entrata dell'acqua e/o terreno circostante.

Per una corretta e sistematica identificazione del livello del conglomerato cementizio, il cavo di sostegno del mandrino/massa battente dovrà essere munito di opportuni e frequenti contrassegni.

In ogni caso l'Appaltatore dovrà fornire prima di iniziare i lavori una dettagliata descrizione delle modalità di getto che si impegna a adottare.

15.6.6.6.2 Pali con formazione del fusto con conglomerato cementizio colato

Per la metodologia "conglomerato cementizio colato" si adotteranno impasti aventi:

- rapporto acqua-cemento: a/c = 0,5;
- slump al cono di Abrams: s $\geq$ 16 cm;

Il calcestruzzo verrà posto in opera mediante tubo di convogliamento con tramoggia o direttamente dal cavo interno del tubo forma sempre mediante tramoggia o pompa da calcestruzzo.

Nel caso di calcestruzzo pompato dal cavo interno del tubo forma, l' alimentazione di calcestruzzo dovrà essere controllata in termini di volume gettato (mediante flussimetro o sensore volumetrico alla pompa) e di pressione del fluido all' interno del tubo stesso mediante sensori di pressione.

Qualora il tubo forma abbia funzione temporanea e venga estratto, durante la fase di getto dovranno verificarsi le seguenti condizioni:

- nel caso di utilizzo di un tubo convogliatore, la base di quest' ultimo dovrà risultare ad una quota inferiore al tubo forma di almeno un metro, mentre il livello del calcestruzzo dovrà sempre essere più alto di almeno tre metri rispetto alla scarpa inferiore del tubo forma.
- nel caso di calcestruzzo pompato, che il volume effettivo di getto progressivo e puntuale risulta essere sempre superiore al valore teorico e che la pressione di alimentazione risulti essere sempre positiva.

15.6.6.6.3 Posa in opera delle armature

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni del presente Capitolato Speciale, ed essere conformi al Progetto.

La quantità minima di armatura dovrà essere superiore a:

- 0,50 % della sezione nominale del palo;
- non inferiore a n. 4 barre ∅ 12 mm.

Le armature trasversali dei pali saranno costituite da una spirale in tondino esterna ai ferri longitudinali di diametro minimo pari a 6 mm e ad una distanza pari a quelle delle armature longitudinali.

Le armature verranno pre-assemblate fuori opera in "gabbie"; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro oppure mediante punti di saldatura elettrica. Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo di:

- 40 mm con tubo forma permanente;
- 50 mm con tubo forma temporaneo;
- 75 mm con classe di esposizione pari a 5 secondo le norme ENV206 o quando le gabbie sono installate dopo la posa del calcestruzzo.

Si richiede l'adozione di rotelle cilindriche in conglomerato cementizio con perno in tondino fissato ai ferri verticali contigui.

I centratori saranno posti a gruppi di 3-4 regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3,0 - 4,0 m.

Si ammette la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo la circonferenza che ne unisce i centri, non dovrà in alcun caso essere inferiore a:

- 80 mm con aggregati inferiori o uguali a 20 mm;
- 100 mm con aggregati di diametro superiore.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine, messe in opera prima dell'inizio del getto e mantenute in posto sostenendole dall'alto, evitando in ogni caso di appoggiarle sul conglomerato cementizio già in opera o sul fondo del foro. La posa della gabbia all'interno del tubo forma potrà aver luogo solo dopo aver accertato l'assenza dell'acqua e/o terreno all'interno dello stesso.

Qualora all'interno del tuboforma si dovesse riscontrare la presenza di terreno soffice o di infiltrazioni di acqua, la costruzione del palo dovrà essere interrotta previo riempimento con conglomerato cementizio magro; tale palo sarà successivamente sostituito, a spese dell'Appaltatore, da uno o due pali supplementari, sentito il Progettista. L'Appaltatore dovrà inoltre adottare gli opportuni provvedimenti atti a ridurre la deformazione della gabbia durante l'esecuzione del fusto; a getto terminato si dovrà comunque registrare la variazione della quota della testa dei ferri di armatura.

15.6.6.7 *Controlli e documentazione dei lavori*

Si dovrà provvedere alla esecuzione di una serie di prove di carico a rottura su cubetti di conglomerato cementizio in modo conforme a quanto prescritto dal presente Capitolato Speciale ed alle preventive richieste della Direzione Lavori.

L'esecuzione di ogni singolo palo sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Appaltatore, in contraddittorio con la Direzione Lavori, di una apposita scheda sulla quale si registreranno i dati seguenti:

- identificazione del palo;
- geometria della cassaforma;
- tipo di tappo impiegato;
- caratteristiche del sistema di infissione;
- rifiuto ogni 0,1 m negli ultimi 1 m - 2 m e per ogni metro nel tratto precedente;
- rifiuti di eventuale ribattitura;
- data del getto;
- quantità di conglomerato cementizio posta in opera nella formazione dell'eventuale bulbo e del fusto; limitatamente ai pali eseguiti con conglomerato cementizio costipato si provvederà, nell'ambito dei primi 10 pali e in seguito un palo ogni 20 eseguiti, al rilievo degli assorbimenti parziali ogni 1,0 m;
- misura dell'abbassamento al cono di Abrams ("slump"), rapporto acqua-cemento;
- lunghezza totale del palo: quote fondo e testa palo;
- geometria della gabbia d'armatura;

- registrazione delle eventuali misure vibrazionali.

Nel caso di getto mediante pompa attraverso il cavo interno del tuboforma dovrà essere fornito un diagramma di getto riportante i parametri di getto (portata, volume puntuale di getto e cumulativo e pressione) in funzione della profondità del palo.

15.6.7 Pali trivellati di medio e grande diametro

15.6.7.1 *Definizione*

Si definiscono pali trivellati quelli ottenuti per asportazione del terreno e sua sostituzione con conglomerato cementizio armato mediante perforazione a rotazione o rotopercussione, eseguiti in materiali di qualsiasi natura e consistenza (inclusi murature, calcestruzzi, trovanti e roccia dura), anche in presenza di acqua e/o in alveo con acqua fluente. Durante la perforazione la stabilità dello scavo può essere garantita dall'ausilio di fanghi stabilizzanti, oppure tramite l'infissione di un rivestimento metallico provvisorio.

Si definiscono pali trivellati ad elica continua, i pali realizzati mediante infissione per roto-traslazione di una asta ad elica continua, in cui la stabilità del foro è assicurata dal terreno stesso contenuto fra le spire dell' utensile. La successiva immissione di calcestruzzo avviene attraverso il cavo interno dell'elica, con portate e pressioni controllate contemporaneamente all'estrazione dell' utensile. L'eventuale gabbia di armatura viene posta in opera a getto di calcestruzzo completato.

15.6.7.2 *Soggezioni geotecniche e idrogeologiche specifiche*

Le tecniche di perforazione devono essere le più adatte in relazione alla natura del terreno attraversato; in particolare:

- la perforazione "a secco" senza rivestimento è ammessa solo in terreni uniformemente argillosi dove può essere eseguita senza alcun ingresso di acqua nel foro;
- la perforazione a fango non è consigliabile in terreni molto aperti senza frazioni medio-fini. Durante la perforazione occorrerà tener conto della esigenza di non peggiorare le caratteristiche meccaniche del terreno circostante il palo; dovranno quindi essere minimizzati:
- il rammollimento degli strati coesivi;
- la diminuzione di densità relativa degli strati incoerenti;
- la diminuzione delle tensioni orizzontali efficaci proprie dello stato naturale;
- la riduzione dell'aderenza palo-terreno causata da un improprio impiego di fanghi.

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere messi a punto, a cura e spese dell'Appaltatore, mediante l'esecuzione di perforazioni di prova, approvate dalla Direzione Lavori prima dell'inizio della costruzione dei pali di progetto.

L'Appaltatore avrà cura di non provocare inquinamenti di superficie o della falda per incontrollate discariche dei detriti e/o dei fanghi bentonitici provenienti dagli scavi; il materiale di risulta dovrà essere sistematicamente portato a deposito, previo trattamento dei fanghi bentonitici, nel caso d'uso, secondo quanto previsto dalla legislazione vigente.

15.6.7.3 *Tolleranze geometriche*

Saranno accettate le seguenti tolleranze sull'assetto geometrico del palo:

- sulla lunghezza: uguale a ± 1%;
- deviazione dell'asse del palo rispetto all'asse di Progetto: <2%;
- errore rispetto alla posizione planimetrica:
    - ±0.1 m in tutte le direzioni con D ≤ 1.0 m
    - ±10%D in tutte le direzioni con < 1.0 m D ≤ 1.5 m
    - ±0.15 m in tutte le direzioni con D > 1.5 m

Si osservi che per la definizione delle tolleranze geometriche, si assume che alla testa il centro del palo corrisponda al centro geometrico delle armature longitudinali o, qualora il palo non sia armato, al centro del cerchio che circoscrive completamente la sezione effettiva del palo.

Le tolleranze sul diametro nominale D, verificate in base ai volumi di conglomerato cementizio assorbito rilevate con la frequenza indicata successivamente sono le seguenti:

- per ciascun palo, in base all'assorbimento complessivo, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra «-0,01D» e «+0,1D»;
- per ciascuna sezione dei pali sottoposti a misure dell'assorbimento dose per dose, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra «-0,01D» e «+0,1D».

L'Appaltatore è tenuto ad eseguire a suo esclusivo onere e spesa tutte le opere sostitutive e/o complementari che a giudizio della Direzione Lavori si rendessero necessarie per ovviare all'esecuzione di pali in posizione e/o con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, compresi pali aggiuntivi ed opere di collegamento

15.6.7.4 *Tracciamento*

Prima di iniziare la perforazione, a cura e spese dell'Appaltatore si dovrà indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del palo quale risulta dalla pianta della palificata.

Tale pianta, redatta e presentata alla Direzione Lavori dall'Appaltatore, dovrà indicare la posizione di tutti i pali, inclusi quelli di prova contrassegnati con numero progressivo.

In corrispondenza di ciascun palo sarà posto in opera un avampozzo provvisorio di lamiera d'acciaio con funzioni di guida dell'utensile, di riferimento per la posizione planoaltimetrica della sommità del palo e di difesa dall'erosione del terreno ad opera del liquido eventualmente presente nel foro.

Esternamente all'avampozzo saranno installati riferimenti atti a permettere il controllo della sua posizione planimetrica durante la perforazione.

15.6.7.5 *Perforazione*

15.6.7.5.1 Attrezzature

Il tipo, la potenza e la capacità operativa delle attrezzature dovranno in ogni caso essere adeguate alla consistenza del terreno da attraversare, alle caratteristiche e dimensioni dei diaframmi da eseguire nei tempi previsti.

Le attrezzature impiegate dovranno essere conformi alle norme EN996.

L'attrezzatura di scavo dovrà essere dotata di opportuni sistemi meccanici e/o elettronici per il controllo della profondità di scavo.

Per la verifica e la registrazione della deviazione dello scavo è richiesta la misura mediante inclinometri biassiali montati sull'utensile di scavo o su apposito testimone calato nello scavo ultimato o, in alternativa, mediante sistemi basati sul metodo di "eco-scandaglio" delle pareti del foro.

15.6.7.5.2 Perforazione a secco senza rivestimento

Può esser effettuata esclusivamente nei terreni coesivi di media o elevata consistenza (coesione non drenata > 0,03 MPa) non fessurati, esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possano causare ingresso di acqua nel foro con trascinamento di materiale e franamenti.

Vale inoltre la seguente condizione:

$L \leq 3\ cu\ /\gamma$

dove:

- Cu= coesione non drenata del materiale
- L = lunghezza di scavo
- γ = peso totale del terreno

15.6.7.5.3 Perforazione con impiego di tubazione di rivestimento provvisoria

La tubazione sarà costituita da tubi di acciaio, di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni lunghi 2,0÷2,5 m connessi tra loro mediante manicotti esterni filettati o innesti speciali a baionetta, con risalti interni raccordati di spessore non superiore al 2% del diametro nominale.

L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta, imprimendole un movimento rototraslatorio mediante la testa di rotazione dotata di opportuno adattatore, da una morsa azionata da comandi oleodinamici, oppure applicandole in sommità un vibratore di adeguata potenza.

In questo secondo caso la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni più lunghi di 2,50 m o anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo.

L'infissione con vibratore sarà adottata in terreni poco o mediamente addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non coesivi.

È ammessa la giunzione per saldatura degli spezzoni purché non risultino varchi nel tubo che possano dar luogo all'ingresso di terreno.

La perforazione all'interno dei tubi di rivestimento potrà essere eseguita mediante:

- benna automatica con comando a fune o azionata oleodinamicamente;
- secchione (bucket) manovrato da un'asta rigida o telescopica;

ed in entrambi i casi si dovrà conseguire la disgregazione del terreno e la estrazione dei detriti dal foro.

In terreni sabbiosi si potrà fare ricorso anche ad utensili disgregatori rotanti con risalita dei detriti per trascinamento ad opera di una corrente ascendente di acqua.

Nel caso di presenza di falda, il foro dovrà essere costantemente tenuto pieno d'acqua (o eventualmente di fango bentonitico), con un livello non inferiore a quello della piezometrica della falda.

In generale la perforazione non dovrà essere approfondita al disotto della scarpa del tubo di rivestimento.

15.6.7.5.4 Perforazione in presenza di fango bentonitico

Il fango bentonitico dovrà essere preparato, trattato e controllato seguendo le modalità descritte nello specifico articolo del presente Capitolato.

La perforazione sarà eseguita mediante “Bucket” azionato da asta rigida o telescopica oppure mediante benna dotata di virola superiore di centramento e guida.

In entrambi i casi il corpo dell'utensile dovrà lasciare uno spazio anulare tra esso e la parete del foro di ampiezza sufficiente ad evitare "effetti pistone" allorché l'utensile viene sollevato.

Gli utensili di perforazione dovranno avere conformazione tale da non lasciare sul fondo del foro detriti smossi o zone di terreno rimaneggiato.

Il Bucket dovrà essere provvisto delle aperture per la fuoriuscita del fango all'atto dell'estrazione.

Il livello del fango nel foro dovrà essere in ogni caso più alto della massima quota piezometrica delle falde presenti nel terreno lungo la perforazione.

Il franco dovrà risultare di norma non inferiore a 1,00 m e non dovrà scendere al di sotto di 0,70 m all'atto dell'estrazione dell'utensile dal foro.

Per assicurare sempre un opportuno condizione di carico idraulico ed un opportuno polmone di fluido e la stabilità superficiale, l’avampozzo dovrà avere un altezza superiore al carico idraulico richiesto e una profondità di immorsamento e non inferiore a 3 m.

La distanza minima fra due perforazioni attigue in corso, appena ultimate o in corso di getto, dovrà essere tale da impedire pericolosi fenomeni di interazione e comunque non inferiore ai 5 diametri (da centro a centro).

Il materiale portato in superficie dovrà essere sistematicamente portato a deposito.

L' impianto di preparazione e stoccaggio dei fanghi di stabilizzazione, dovrà essere dimensionato in modo tale da assicurare una quantità di fango disponibile non inferiore al volume totale del palo di maggiori dimensioni previste nel Progetto, in modo da garantire una sufficiente alimentazione in caso di perdita improvvisa del fango all'interno dello scavo.

Qualora non fosse possibile ripristinare il livello con opportuni volumi di fango, l'Appaltatore dovrà sempre prevedere di riempire lo scavo con materiale stabile e riscavabile (magrone o similare).

Al termine della perforazione si dovrà procedere alla pulizia dei detriti rimasti sul fondo e alla parziale o totale sostituzione totale del fango presente nel pannello al fine di riportarlo alle caratteristiche richieste per l'esecuzione del getto, come indicato all' articolo specifico. I controlli del fango prima del getto dovranno essere eseguiti a più livelli (con la quota più profonda a 50 cm dal fondo).

Le operazioni dovranno essere programmate e condotte in modo da evitare interazioni pregiudizievoli alla buona riuscita del lavoro tra elementi in corso di esecuzione o appena ultimati.

Qualora in fase di completamento della perforazione fosse accertata l'impossibilità di eseguire rapidamente il getto (sosta notturna, mancato trasporto del conglomerato cementizio, ecc.), sarà necessario interrompere la perforazione alcuni metri prima ed ultimarla solo nell'imminenza del getto.

15.6.7.5.5 Perforazione con elica continua

Si utilizzerà un'elica continua cilindrica, gradualmente infissa nel terreno con moto rotatorio, fino alla profondità della base del palo. I detriti verranno in parte portati a giorno dalla rotazione dell'elica, in parte vi aderiscono e saranno estratti insieme ad essa alla fine della perforazione. Nei terreni più deformabili parte del volume corrispondente al palo è assorbita dalle deformazioni radiali del terreno.

Una "puntazza" temporanea dovrà essere a tenuta al fine di evitare la risalita di materiale e acqua all'interno della parte cava dell'asta.

La perforazione dovrà essere condotta con la massima velocità di avanzamento e minimizzando il numero di rotazioni effettuata dall'elica.

Durante la fase di avanzamento si dovrà sempre garantire le presenza di materiale fra le spire dell'elica, in grado di assicurare la stabilità del foro e che il materiale estratto non sia superiore al volume teorico del foro.

In presenza di materiale instabile avente uno spessore superiore al diametro del palo, la fattibilità del metodo dovrà essere dimostrata alla Direzione Lavori con prove preliminari o con esperienze eseguite in terreni simili. Si definisce come terreno instabile, un materiale avente le seguenti caratteristiche:

- terreno granulare con un coefficiente di uniformità (D60/D10) < 1.5 sotto falda,
- terreno granulare con densità relativa Dr inferiore al 30 %,
- argille sensitive,
- terreni coesivi con coesione non drenata Cu < 15 kPa.

Durante la perforazione non e' ammessa nessuna estrazione parziale dell' utensile e nessuna contro-rotazione; nel caso dovesse verificarsi tale eventualità l' esecuzione del palo dovrà essere sospesa e la cavità riempita con calcestruzzo magro. Tutti gli oneri di rifacimento del palo e conseguenti oneri di riadattamento delle opere di fondazione saranno a carico dell' Appaltatore.

Durante la perforazione è richiesta la registrazione in continuo e la relativa elaborazione grafica:

- della velocità di perforazione verticale,
- della velocità di rotazione delle aste ad elica,
- della spinta verticale o bilanciamento,
- della coppia torcente applicata alle aste.

15.6.7.5.6 Attraversamento di trovanti e/o formazioni rocciose

Nel caso di presenza nel terreno di trovanti lapidei, non estraibili con i normali metodi di scavo, o di strati rocciosi o cementati e per conseguire una adeguata immorsatura del palo nei substrati rocciosi di base, si farà ricorso all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, di peso e forma adeguati.

L'uso di queste attrezzature dovrà essere frequentemente alternato a quello della benna o del bucket, che hanno il compito di estrarre dal foro i materiali di risulta.

In alternativa, ed in relazione alla natura dei materiali attraversati, potranno essere impiegate speciali attrezzature fresanti a circolazione inversa di fango.

15.6.7.5.7 Controlli

La Direzione Lavori controllerà in fase di esecuzione del perforo la rispondenza delle stratigrafie di Progetto con quelle effettive.

In presenza di eventuali discordanze o nel caso che alla base del palo si rinvenga un terreno più compressibile e/o molto meno resistente del previsto, o comunque altre anomalie, dovranno essere raccolti tutti gli elementi conoscitivi che consentano alla Direzione Lavori la definizione degli eventuali adeguamenti delle modalità operative e al Progettista le eventuali variazioni progettuali.

Durante la perforazione saranno continuamente condotti i controlli sulla qualità del fango stabilizzante, riportandolo se necessario entro i limiti previsti nello specifico articolo, registrandoli su un opportuno modulo di cantiere.

Alla fine della perforazione si misurerà, in contraddittorio con la Direzione Lavori, la profondità del perforo con uno scandaglio e tramite il sistema di controllo elettronico installato sull'attrezzatura; l'operazione verrà effettuata anche all'inizio ed al termine di eventuali interruzioni prolungate della lavorazione in corrispondenza dei turni di riposo o per altri motivi.

Nel caso di misura delle deviazioni, i dati monitorati dovranno essere restituiti mediante opportuni diagrammi riportanti l'andamento dell'asse palo con la profondità, nelle due direzioni trasversali.

Per i pali ad elica continua, dovranno essere forniti i diagrammi in funzione della profondità e del tempo dei parametri di perforazione.

15.6.7.6 *Armature metalliche*

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni del presente Capitolato Speciale ed essere conformi al progetto.

Le armature trasversali dei pali saranno costituite da una spirale in tondino esterna ai ferri longitudinali.

Le armature verranno pre-assemblate fuori opera in "gabbie"; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro oppure mediante punti di saldatura elettrica.

La quantità minima di armatura dovrà essere superiore a:

- 0,50% di Ac (sezione Ac nominale del palo),se Ac $\leq$ 0.5 m^2
- 0,0025 m^2, se < 0,5 m^2 Ac $\leq$ 1,0 m^2
- 0,25% di Ac, se < 0,5 m^2 Ac $\leq$ 1,0 m^2
- non inferiore a n. 4 barre $\varnothing$ 12 mm

Le armature trasversali dei pali saranno costituite da una spirale in tondino esterna ai ferri longitudinali di diametro minimo pari a 6 mm e ad una distanza pari a quelle delle armature longitudinali.

Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo (inteso come distanza tra pareti di scavo ed esterno staffa) di:

- 50 mm, se il diametro del palo D $\leq$ 0.60 m;
- 60 mm, se D > 0.60 m;
- 75 mm con classe di esposizione pari a 5 secondo le norme ENV206, quando le gabbie sono installate dopo la posa del calcestruzzo, quando il getto avviene i condizioni subacquee.

Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo(inteso come distanza tra pareti di scavo ed esterno staffa) rispetto alla parete di scavo.

Si richiede l'adozione di rotelle cilindriche in conglomerato cementizio (diametro 12÷15 cm - larghezza > 6 cm) con perno in tondino fissato a due ferri verticali contigui.

I centratori saranno posti a gruppi di 3÷4, regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3÷4 m.

Posizioni concentriche, così come indicato dalla UNI EN 1536-2003, di barre longitudinali dovrebbero essere evitate ove possibile. Laddove si utilizzino posizioni concentriche di barre longitudinali si dovrà rispettare quanto segue:

- il massimo numero di posizioni deve essere di due per i pali trivellati circolari;

- le barre delle singole posizioni devono essere posizionate radialmente l'una alle altre;
- la minima distanza libera tra le posizioni di barre deve essere pari alla misura maggiore tra il doppio del diametro della barra longitudinale ele dimensioni dell'aggregato grossolano moltiplicato per 1,5.

L'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo la circonferenza che ne unisce i centri, non dovrà in alcun caso essere inferiore a:

- 80 mm con aggregati inferiori o uguali a 20 mm;
- 100 mm con aggregati di diametro superiore.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine, messe in opera prima dell'inizio del getto e mantenute in posto sostenendole dall'alto, evitando in ogni caso di appoggiarle sul conglomerato cementizio già in opera o sul fondo del foro.

In caso di gabbie composte da più elementi verticali, la giunzione verrà realizzata con sovrapposizione o manicotti.

Ai fini della esecuzione delle prove geofisiche descritte nel relativo paragrafo, l'Appaltatore dovrà fornire e porre in opera, a sua cura e spese, nel 5% del numero totale di pali trivellati con un minimo di 2 pali, quattro tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, solidarizzati alla gabbia di armatura.

La distanza minima fra il fondo dello scavo e la gabbia di armatura dovrà essere pari a 200 mm.

L'impiego di profilati metallici è consentito, purché la configurazione delle armature sia tale da assicurare il completo spiazzamento del fango stabilizzante e che durante il getto si garantisca un continuo immorsamento degli elementi metallici nel calcestruzzo. Tale condizione dovrà essere verificata preventivamente con prove in scala reale che dimostrino, dopo il getto la totale assenza di sacche di fango di perforazione misto a terreno intrappolate nel calcestruzzo in prossimità delle superfici di contatto con l'acciaio.

15.6.7.7 *Formazione del fusto del palo*

15.6.7.7.1 Preparazione e trasporto del conglomerato cementizio

Il conglomerato cementizio sarà conforme a quanto previsto nello specifico articolo del presente Capitolato.

La dimensione massima degli aggregati dovrà essere inferiore al valore minimo di interspazio tra le armature e comunque non superiore a 32 mm.

Il conglomerato cementizio dovrà risultare di classe di resistenza bassa o media, comunque con resistenza caratteristica non inferiore a 25 MPa.

Il rapporto acqua/cemento non dovrà superare il valore di 0,60 nella condizione di aggregato saturo a superficie asciutta, con un quantitativo minimo di cemento pari a 360 kg/m^3.

In accordo con le norme UNI-EN206, il calcestruzzo dovrà essere di classe S4 o S5; si raccomanda uno «slump» al cono di Abrahams:

- S >18 per pali trivellati;
- S> 20 per pali trivellati ad elica continua;
- S> 22 o SCC per pali trivellati ad elica continua con lunghezza superiore a 30 m.

Per le modalità da seguire nello «Slump Test» per la determinazione dell'abbassamento, si richiama espressamente quanto prescritto nella norma UNI EN 9418:1998.

Il calcestruzzo dovrà essere fornito con dichiarazione di conformità del prodotto e dei certificati di conformità (marchiatura CE) per i materiali impiegati nel suo confezionamento.

Per soddisfare entrambi questi requisiti potrà essere aggiunto all'impasto un idoneo additivo superfluidificante non aerante; è ammesso altresì l'uso di ritardanti di presa o superfluidificanti con effetto ritardante (UNI EN 934-2:2001).

I prodotti commerciali che l'Appaltatore si propone di usare dovranno essere sottoposti all'esame ed all'approvazione preventiva della Direzione Lavori. I mezzi di trasporto dovranno essere tali da evitare segregazioni dei componenti.

Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto del palo senza soluzione di continuità e nel più breve tempo possibile. In ogni caso ciascun getto dovrà venire alimentato con una cadenza effettiva, inclusi tutti i tempi morti, non inferiore a 15 m^3/h per pali di diametro < 800 mm e di 20 m^3/h per pali di diametro $\geq$ 800 mm, in ogni caso, con un interruzione mai superiore ai 20 minuti.

Il getto di un palo dovrà comunque essere completato in un tempo tale che il calcestruzzo rimanga sempre lavorabile. La centrale di confezionamento dovrà quindi consentire l'erogazione nell'unità di tempo di volumi di conglomerato cementizio almeno doppi di quelli teorici richiesti, secondo le prescrizioni di cui al punto seguente.

Per i pali trivellati in presenza di acqua di falda in movimento, potrà essere prevista la posa in opera un in lamierino di adeguato spessore per il contenimento del getto.

15.6.7.7.2 Posa in opera del conglomerato cementizio per pali trivellati

Il getto del conglomerato cementizio avverrà impiegando il tubo di convogliamento. Esso sarà costituito da sezioni non più lunghe di 2,50 m di un tubo in acciaio avente diametro interno 20 - 25 cm.

L'interno del tubo dovrà essere pulito, privo di irregolarità e strozzature.

Il tubo sarà provvisto, all'estremità superiore, di una tramoggia di carico avente una capacità di 0,4÷0,6 m^3 e mantenuto sospeso da un mezzo di sollevamento.

Prima di installare il tubo di convogliamento sarà eseguita una ulteriore misura del fondo foro.

Per pali trivellati in presenza di acqua di falda o impiegando fango bentonitico, il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando il suo piede a 30÷60 cm dal fondo della perforazione;

prima di iniziare il getto si disporrà entro il tubo, in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, un tappo formato da una palla di malta plastica oppure da uno strato di 30 cm di spessore di vermiculite granulare o palline di polistirolo galleggianti sul liquido, oppure ancora da un pallone di plastica.

All'inizio del getto si dovrà disporre di un volume di conglomerato cementizio pari a quello del tubo di convogliamento e di almeno 3,0 o 4,0 m di palo.

Il tubo di convogliamento sarà accorciato per tratti successivi nel corso del getto, sempre conservando una immersione minima nel conglomerato cementizio di 2,5 m e massima di 6,0 m.

Per pali trivellati a secco non occorre alcun tappo alla sommità del tubo di getto.

Viene inoltre precisata la necessità assoluta che la scapitozzatura delle teste dei pali sia eseguita sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del palo non rispondono a quelle previste.

In tal caso è onere dell'Appaltatore procedere al ripristino del palo sino alla quota di sottoplinto.

15.6.7.7.3 Posa in opera del conglomerato cementizio per pali trivellati con elica continua

Il calcestruzzo sarà posto in opera pompandolo nell'asta cava dell'elica, mentre essa viene gradualmente sollevata con rotazione minima e senza mai invertirne il senso.

Il calcestruzzo verrà iniettato con una pressione atta al distacco dell'eventuale fondello-puntazza che occlude alla base dell'elica. L'elica verrà quindi progressivamente estratta, nel corso del getto, applicando uno sforzo di trazione sempre leggermente minore del peso dell'elica e sfruttando la controspinta fornita dal calcestruzzo iniettato che tende a risalire dalla base del palo.

La risalita dell'elica sarà quindi concomitante alla salita del cls nel foro. Nel caso di terreni compressibili, si avrà cura di prevenire rotture e allargamenti a bulbo riducendo il peso dell'elica continua tramite un sistema (regolabile) di sospensione elastica della medesima o modificando la pressione di iniezione.

L' alimentazione di calcestruzzo dovrà essere controllata in termini di volume puntuale e progressivo gettato (mediante flussimetro o sensore volumetrico alla pompa) e di pressione del fluido all' interno della tubazione mediante sensori di pressione. E' quindi richiesta la registrazione in continuo e la relativa elaborazione grafica della velocità di risalita, della pressione di iniezione e della quantità di cls iniettato.

Viene inoltre precisata la necessità assoluta che la scapitozzatura delle teste dei pali sia eseguita sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del palo non rispondono a quelle previste. In tal caso è onere dell'Appaltatore procedere al ripristino del palo sino alla quota di sottoplinto.

15.6.7.7.4 Condizioni particolari

La quota finale di getto dovrà essere opportunamente incrementata nei casi in cui:

- la quota finale di getto è posta ad un certa profondità dal piano di lavoro;
- il getto avviene in condizione subacquee;

- il getto avviene con recupero di un rivestimento temporaneo.

Quando la quota finale di getto risulta essere inferiore alla quota del piano di lavoro, al termine del getto,la parte di perforazione “a vuoto” dovrà essere riempita con opportuno materiale evitando qualsiasi contaminazione del calcestruzzo gettato con tutti gli accorgimenti necessari ed evitare qualsiasi danneggiamento o movimento della gabbia di armatura.

In presenza di un terreno caratterizzato da un decadimento delle caratteristiche meccaniche nel tempo, nel caso in cui il palo in esecuzione non possa essere completato nel normale turno di lavoro giornaliero, la perforazione eseguita nel giorno successivo per il suo completamento dovrà essere superiore:

- ad almeno due volte il diametro;
- non meno di 1.5 m.

15.6.7.7.5 Controlli

Si dovrà provvedere alla esecuzione di:

- una analisi granulometrica ogni 500 m³ di inerte impiegato;
- una serie di prove di carico a rottura su provini di conglomerato cementizio prelevati in numero e modalità conformi a quanto prescritto nel presente Capitolato Speciale e inoltre quando richiesto dalla Direzione Lavori;
- una prova con il cono per ogni betoniera o 8 m³ di conglomerato cementizio impiegato (abbassamento al cono UNI EN 12350-2);
- il rilievo della quantità di conglomerato cementizio impiegato per ogni palo.

Nei pali trivellati, il rilievo per dose (dose = autobetoniera) dell'assorbimento di conglomerato cementizio e del livello raggiunto dallo stesso entro il foro in corso di getto, sarà fatto impiegando uno scandaglio a base piatta su almeno i primi 10 pali e sul 10% dei pali successivi.

In base a questo rilievo potrà essere ricostituito l'andamento del diametro medio effettivo lungo il palo (profilo di getto).

Nei pali trivellati a elica, per tutti gli elementi realizzati dovranno essere forniti i diagrammi riportanti, in funzione della profondità e del tempo, i parametri operativi di getto:

- velocità di risalita,
- portata,
- pressione,
- volume puntuale unitario di getto (medio su tratto di lunghezza < 25 cm),
- volume cumulativo di getto.

15.6.7.8 *Documentazione dei lavori*

L'esecuzione di ogni singolo palo dovrà comportare la registrazione su apposita scheda, compilata dall'Appaltatore in contraddittorio con la Direzione Lavori, dei seguenti dati:

- identificazione del palo;
- data di inizio perforazione e di fine getto;
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione;
- profondità del fondo foro prima della posa del tubo getto;
- "slumps" del conglomerato cementizio (UNI EN 12350-2);
- assorbimento totale effettivo del conglomerato cementizio e volume teorico del palo;
- "profilo di getto" ove richiesto.

Nella documentazione generale dovrà inoltre comparire:

- una scheda con le caratteristiche delle polveri bentonitiche e relativi additivi eventualmente usati;
- una scheda con le caratteristiche dei componenti del conglomerato cementizio.

Tale scheda dovrà essere riportata su apposito modello che dovrà essere trasmesso dall'Appaltatore alla Direzione Lavori.

15.6.8 Prove di controllo sui pali

15.6.8.1 *Prove di carico*

In ottemperanza al D.M. 17/01/2018, sui pali di fondazione devono essere eseguite prove di carico statiche di verifica per controllarne principalmente la corretta esecuzione e il comportamento sotto le azioni di progetto. Tali prove devono pertanto essere spinte ad un carico assiale pari a 1,5 volte l'azione di progetto utilizzata per le verifiche SLE.

In presenza di pali strumentati per il rilievo separato delle curve di mobilitazione delle resistenze lungo la superficie e alla base, il massimo carico assiale di prova può essere posto pari a 1,2 volte l'azione di progetto utilizzta per le verifiche SLE.

Il numero e l'ubicazione delle prove di verifica devono essere stabiliti in base all'importanza dell'opera e al grado di omogeneità del terreno di fondazione; in ogni caso il numero di prove non deve essere inferiore a:

- 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.

Il numero di prove di carico di verifica può essere ridotto se sono eseguite prove di carico dinamiche, da tarare con quelle statiche di progetto, e siano effettuati controlli non distruttivi su almeno il 50% dei pali.

La scelta dei pali di prova è di competenza della Direzione Lavori che dovrà tenere in conto la necessità di testare, per quanto possibile, tutte le diverse situazioni del sottosuolo.

Al momento della prova il calcestruzzo del palo dovrà avere almeno ventotto giorni di stagionatura.

Il programma esecutivo della prova, sia per quanto riguarda lo schema di applicazione del carico (numero degli step e tempi di mantenimento a carico assiale costante, numero e caratteristiche dei cicli di carico-scarico, …), sia per quanto riguarda la lettura dei cedimenti (frequenza delle letture, criteri per individuare l'avvenuta stabilizzazione del cedimento, ecc.), dovrà di norma essere conforme alle prescrizioni fornite dalla Direzione Lavori in ragione delle specifiche condizioni stratigrafiche e natura dei terreni.

Il carico sarà applicato mediante un martinetto, contrastato mediante un'adeguata zavorra o pali di reazione, il cui manometro (o cella di carico) dovrà essere corredato da un certificato di taratura con data non anteriore ad un mese.

Le misure dei cedimenti dovranno essere rilevate mediante tre micrometri centesimali, disposti a 120° attorno al palo, interposti al terreno in punti sufficientemente distanti dal palo di prova e dal sistema di contrasto, così da evitare l'influenza delle operazioni di carico e scarico.

I supporti della struttura portamicrometri dovranno distare non meno di 3,0 m e non meno di 3 diametri dal palo di prova, e infine non meno di 2,0 m dalla impronta della zavorra o da eventuali pali di reazione. La struttura portamicrometri dovrà essere protetta da vibrazioni e urti accidentali e schermata dai raggi solari per minimizzare le deformazioni di natura termica.

Di ciascuna prova dovrà essere redatto apposito verbale, controfirmato dalle parti, nel quale saranno riportati tra l'altro: data e ora di ogni variazione di carico, entità del carico, letture ai micrometri, diagramma carichi-cedimenti. Al verbale verranno allegati i certificati di taratura del manometro (o cella di carico).

In taluni casi la Direzione Lavori potrà richiedere l'esecuzione di prove di carico orizzontali; date le peculiarità di tale tipologia di prova, le modalità esecutive e il programma di carico dovranno essere di volta in volta stabiliti dalla Direzione Lavori e riportati sul verbale di prova.

15.6.8.2 *Controlli non distruttivi*

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:

- prove geofisiche;
- carotaggio continuo meccanico;
- scavi attorno al fusto del palo.

15.6.8.2.1 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 $\geq$ 600 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 sul 20% del numero totale dei pali e comunque su tutti quei pali ove fossero state riscontrate inosservanze rispetto a quanto prescritto dal Capitolato.

Con riferimento ai soli pali gettati in opera, si dovrà provvedere all'esecuzione di controlli eseguiti entro fori precedentemente predisposti, sul 5% del numero totale dei pali.

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. Nei fori si dovranno inoltre eseguire delle misure inclinometriche, al fine di ricavare la distanza tra foro trasmittente ed il foro ricevente.

I tubi saranno solidarizzati alla gabbia di armatura, resi paralleli tra loro e protetti dall'ingresso di materiali. Verranno predisposti almeno due tubi per pali aventi diametro < 800 mm, tre tubi per diametri 800 $\leq$ D $\leq$ 1200, ed almeno quattro per diametri superiori. Le prove dovranno essere eseguite alternando entro i fori le posizioni delle sonde trasmittente e ricevente.

Le prove d'integrità verranno eseguite non prima di 28 giorni dal termine delle operazioni di getto. La Direzione Lavori Potrà richiedere la ripetizione delle prove con un tempo di maturazione anche superiore

I percorsi di misura verranno eseguiti per tutte le combinazioni possibili di allineamento fra i tubi presenti nel palo.

15.6.8.2.2 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 non inferiore a 1,2 volte il diametro massimo degli inerti e comunque non inferiore 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.

All' interno del foro potranno essere richiesta la predispostone e l' esecuzione di prove di permeabilità o la predisposizione di tubazione per l' esecuzione di carotaggi sonici.

Al termine del carotaggio si provvederà a riempire il foro mediante boiacca di cemento immessa dal fondo foro.

Il carotaggio si eseguirà, quando ordinato dalla Direzione Lavori, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto al Capitolato e alle disposizioni della medesima.

15.6.8.2.3 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 in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto al presente Capitolato e alle disposizioni della Direzione Lavori.

15.6.9 Micropali

15.6.9.1 *Definizione, classificazione e campi di applicazione*

Si definiscono micropali i pali trivellati di fondazione aventi diametro inferiore a 300 mm con fusto costituito da malta/miscela cementizia od eventualmente calcestruzzo superfluido gettata in opera e da idonea armatura di acciaio.

Per casi particolari, se previsti in progetto, è ammesso l' uso di armature speciali in VTR, fibre aramidiche o carbonio.

Modalità ammesse per la formazione del fusto:

- tipo a) riempimento a gravità;
- tipo b) riempimento a bassa pressione;
- tipo c) iniezione ripetuta ad alta pressione.

La modalità tipo c) è particolarmente indicata per essere eseguita in terreni fortemente eterogenei e per conseguire capacità portanti elevate (> 30 t) anche in terreni poco addensati.

15.6.9.2 *Soggezioni geotecniche e geoidrologiche*

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 dovranno essere messi a punto, a cura e spese dell'Appaltatore.

15.6.9.3 *Tolleranze geometriche*

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

- la posizione planimetrica non dovrà discostarsi da quella di Progetto più di 50 mm, salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori;
- la posizione altimetrica della testa del micropalo non dovrà scostarsi da quelle di Progetto $\pm$ 50 mm;
- la lunghezza del micropalo non dovrà discostarsi da quella di Progetto più di 50 mm
- la deviazione dell'asse del micropalo verticale rispetto all'asse di Progetto non dovrà essere maggiore del 2%.Nel caso di micropali inclinati, tale tolleranza è incrementata al 4%.
- la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di Progetto;
- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di perforazione di Progetto.

Ogni micropalo che risultasse non conforme alle tolleranze qui stabilite dovrà essere idoneamente sostituito, a cura e spese dell'Appaltatore.

15.6.9.4 *Tracciamento*

Prima di iniziare la perforazione l'Appaltatore dovrà, a sua cura ed onere, individuare sul terreno la posizione dei micropali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del micropalo quale risulta dalla pianta della palificata.

Tale pianta, redatta e presentata alla Direzione Lavori dall'Appaltatore, dovrà indicare la posizione planimetrica di tutti i micropali, inclusi quelli di prova, contrassegnati con numero progressivo.

15.6.9.5 *Perforazione*

15.6.9.5.1 Attrezzature

Le attrezzature di perforazione dovranno rispondere ai requisiti richiesti dalle norme EN 791 e EN996.

Le pompe di alimentazione del fluido di perforazione ed iniezione dovranno assicurare le opportune portate e pressioni richieste dalla metodologia adottata.

Durante la perforazione, le pompe dovranno assicurare portate di almeno 250 lt/min con pressioni minime di 20 bar.

15.6.9.5.2 Metodologie di perforazione

La perforazione, eseguita mediante rotazione o rotopercussione in materie di qualsiasi natura e consistenza (inclusi murature, calcestruzzi, trovanti e roccia dura), anche in presenza d'acqua, deve essere in generale condotta con modalità ed utensili tali da consentire la regolarità delle successive operazioni di formazione del fusto del micropalo e in modo tale da garantire il trasferimento adeguato del carico dall' armatura al terreno; in particolare dovrà essere minimizzato il disturbo del terreno nell'intorno del foro.

Il tipo b) necessita che la perforazione sia eseguita con posa di rivestimento provvisorio per tutta la profondità del palo.

Per i tipi a) e c) la perforazione potrà essere eseguita con o senza rivestimento provvisorio, a secco o con circolazione di acqua o di fango di cemento e bentonite, in funzione dell'attitudine delle formazioni attraversate a mantenere stabili le pareti del foro.

La scelta della metodologia sarà stabilita sulla scorta dei risultati ottenuti nelle prove tecnologiche e sui risultati delle prove di carico.

In caso di terreni con strati o frazioni incoerenti medio-fini (sabbie, sabbie e limi) con perforazione ad aria, si dovranno prevenire i fenomeni di fratturazione del terreno ed evitare il violento emungimento della falda a seguito dell'effetto eiettore ed il conseguente dilavamento del terreno, mediante appositi accorgimenti e con l' utilizzo di fluidi di perforazione anti-dilavanti.

In presenza di falda artesiane, dovranno essere messe in opera tutte le opportune precauzioni al fine di evitare fenomeni di espulsione incontrollata di materiale da bocca-foro e il successivo dilavamento delle miscele/malte durante la formazione del fusto del micropalo.

A termine della perforazione il foro dovrà essere accuratamente sgombrato dai detriti azionando il fluido di circolazione o l'utensile asportatore, senza operare con l'utensile disgregatore.

Il materiale di risulta dovrà essere portato a rifiuto dopo aver trattato i fanghi secondo le leggi vigenti.

L'ordine di esecuzione dei pali nell'ambito di ciascun gruppo dovrà assicurare la non interferenza delle perforazioni con fori in corso di iniezione o in attesa di riempimento, ove occorra anche spostando la perforatrice su gruppi contigui prima di ultimare la perforazione dei micropali del gruppo in lavorazione.

Per un micropalo ogni 50, e comunque su almeno un micropalo nel caso di numero tatale di micropali inferiore a 50, dovrà essere eseguita una ricostruzione stratigrafica qualitativa in funzione delle informazioni ricavate dalla velocità di avanzamento degli utensili di perforazione impiegati e dall'osservazione dei materiali di risulta.

Tale ricostruzione stratigrafica, la quale dovrà essere eseguita in contraddittorio tra impresa e personale tecnico della Direzione Lavori, è finalizzata essenzialmente alla individuazione delle quote del tetto dell'eventuale substrato litoide.

Qualora tale quota risulti inferiore di circa 1 m rispetto a quanto assunto in fase di dimensionamento, si dovrà dare evidenze al Progettista per le valutazioni del caso.

Le sonde di perforazione impiegate per la realizzazione dei "micropali geognostici" dovranno essere attrezzate con un sistema di registrazione automatica computerizzata per il rilievo, la registrazione, l'elaborazione e la restituzione in continuo dei seguenti parametri (DAC test):

- profondità di perforazione
- velocità di perforazione
- velocità di rotazione in fase di perforazione
- spinta in fase di perforazione
- portata del fluido di perforazione
- pressione del fluido di perforazione
- energia specifica.

Le risultanze (grafici e dati numerici) dei DAC test dovranno essere tempestivamente trasmesse alla Direzione Lavori, in forma cartacea e su supporto informatico.

15.6.9.6 *Confezione e posa delle armature*

Le armature dovranno soddisfare le prescrizioni di cui al presente articolo e saranno in ogni caso estese a tutta la lunghezza del micropalo.

15.6.9.6.1 Copriferro delle armature

In funzione del materiale impiegato per la formazione del fusto del micropalo, dovranno essere assicurati i seguenti copriferri S minimi:

- miscela cementizia: S ≥ 30 mm che puo' essere ridotto 20 mm nel caso in cui l' elemento lavori esclusivamente a compressione semplice,
- malta cementizia: S ≥ 40 mm che puo' essere ridotto 35 mm nel caso in cui l' elemento lavori esclusivamente a compressione semplice,
- calcestruzzo: S ≥ 50 mm.

Maggiori valori di copriferro S potranno essere prescritti in progetto, sulla base di particolari condizioni di aggressività delle acque presenti nel sottosuolo (acque contaminate e salmastre). Per la definizione di tali condizioni viene fatto riferimento alle classi di esposizione indicate nelle norme EN 206.

15.6.9.6.2 Armatura con profilati di 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, realizzate con l'impiego di adeguati fazzoletti laterali, nel caso di lunghezze superiori ai valori degli standard commerciali (12 ÷ 14m).

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di richiedere che il saldatore abbia la qualifica a norma UNI 4634.

15.6.9.6.3 Armature tubolari in acciaio

Si useranno tubi di acciaio rispodenti alle norme UNI EN 10210 e conformi a quanto riportato nel presente Capitolato. Il tipo di acciaio dovrà corrispondere a quanto riportato in progetto.

Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo dovranno essere ottenute mediante manicotti filettati; Il sistema di filettatura e le sezioni geometriche della zona di raccordo dovranno assicurare una trazione ammissibile pari almeno all'80% 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 allo scopo di asportare le sbavature lasciate dal trapano.

Le valvole saranno costituite da manicotti di gomma di spessore minimo 3,5 mm, aderenti al tubo e mantenuti in posto mediante anelli in fili d'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.

Non sono ammesse valvole a scomparsa, in cui il foro di uscita della miscela non è protetto da una guaina plastica di ripartizione.

Le armature tubolari dovranno essere dotate di distanziatori non metallici per assicurare il copriferro minimo richiesto. Lungo il fusto del micropalo, l'interspazio fra i distanziatori non dovrà superare i 3 m.

15.6.9.6.4 Armature in materiale speciale

Nel caso in cui i micropali abbiano un funzione temporanea, limitata nel tempo, per un periodo specificato nei documenti di progetto e comunque non superiore a 12 mesi, è ammesso l' impiego di barre o elementi tubolari in VTR conformi a quanto riportato nel presente Capitolato.

Nell' ambito di interventi definitivi è ammesso l' impiego di armature o elementi tubolari in carbonio. Le caratteristiche dei materiali utilizzati dovranno essere conformi a quanto prescritto in progetto.

15.6.9.7 *Formazione del fusto del micropalo*

La formazione del fusto dovrà iniziare in una fase immediatamente successiva alla perforazione di ciascun palo. In caso contrario la perforatrice resterà in posizione fino alla successiva ripresa del lavoro e provvederà quindi alla pulizia del perforo subito prima che inizino le operazioni di posa delle armature e di getto della malta.

In ogni caso non dovrà trascorrere più di un'ora tra il termine della perforazione e l'inizio della formazione del fusto del micropalo.

Fanno eccezione solo i micropali perforati interamente in roccia, senza presenza di franamenti e di acqua nel perforo. Viene inoltre precisata la necessità assoluta che la scapitozzatura delle teste dei pali sia eseguita sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del micropalo non rispondono a quelle previste. In tal caso è onere dell'Appaltatore procedere al ripristino del palo sino alla quota di sottoplinto.

15.6.9.7.1 Riempimento a gravità

Il riempimento del perforo, dopo la posa delle armature, dovrà avvenire:

- attraverso il tubo di armatura (dotato di appositi orifizi alla base) mediante una apposita campana di adduzione installata sulla testa del tubo stesso ed alimentata da pompa volumetrica o a pistone;
- tramite un tubo di alimentazione disceso fino a 10÷15 cm dal fondo e dotato superiormente di un imbuto o tramoggia di carico.

Il riempimento sarà proseguito fino a che la malta/miscela immessa risalga in superficie scevra di inclusioni e miscelazioni con il fluido di perforazione.

Si attenderà per accertare la necessità o meno di rabbocchi e si potrà quindi estrarre il tubo di convogliamento allorquando il foro sarà intasato e stagnato.

Eventuali rabbocchi da eseguire prima di raggiungere tale situazione vanno praticati esclusivamente dal fondo del foro.

15.6.9.7.2 Riempimento a bassa pressione

Il foro dovrà essere interamente rivestito; la posa della malta/miscela avverrà in un primo momento entro il rivestimento provvisorio tramite un tubo di convogliamento come descritto al punto precedente.

Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta entro la quale verrà pompata in pressione la stessa miscela cementizia o, in alternativa, si invierà aria in pressione (0,5-0,6 MPa) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione.

Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione alla parte rimasta nel terreno; nel caso di utilizzo di aria tale operazione avverrà dopo il rabboccamento dall'alto per riportare a livello la malta/miscela.

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.

15.6.9.7.3 Iniezione ripetuta ad alta pressione

Le fasi della posa in opera saranno le seguenti:

- riempimento della cavità anulare compresa tra il tubo a valvole e le pareti del perforo, ottenuta alimentando con apposito condotto di iniezione e otturatore semplice la valvola più bassa finché la miscela risale fino alla bocca del foro (formazione della guaina);
- lavaggio con acqua all'interno del tubo;
- avvenuta la presa della miscela precedentemente posta in opera, si inietteranno, valvola per valvola, volumi di miscela prefissati, senza superare durante l'iniezione la pressione corrispondente alla fratturazione idraulica del terreno ("claquage"); Per ciascuna valvola, durante la fase iniziale di apertura, non dovrà essere superata la pressione massima di 6 MPa. In caso di superamento, la valvola dovrà essere abbandonata;
- durante le prove tecnologiche preliminari, l'Appaltatore dovrà mettere a punto e definire i tempi di inizio della fase di iniezione rispetto alla precedente formazione della guaina, in modo da assicurare che la miscela abbia raggiunto un sufficiente indurimento ma senza una resistenza eccessiva tale da precludere la sua iniziale idro-fratturazione;
- l'iniezione dovrà essere eseguita con portate non superiori a 8 lt/min;
- indicativamente, salvo diverse prescrizioni di Progetto, i volumi di iniezione non saranno inferiori a tre volte il volume teorico della sezione di foro associato a ciascuna valvola;
- lavaggio con acqua all'interno del tubo;
- avvenuta la presa della miscela precedentemente iniettata, si ripeterà l'iniezione in pressione limitatamente alle valvole per le quali:
    - il volume iniettato non abbia raggiunto il limite predetto a causa della incipiente fratturazione idraulica del terreno;
    - le pressioni residue nette di iniezione, misurate a bocca foro al raggiungimento del limite volumetrico, non superino 0,5 MPa;
- al termine delle iniezioni si riempirà a gravità l'interno del tubo.

Le attrezzature per l'iniezione dovranno essere munite di flussimetri o opportuni "contacolpi" certificati al fine di verificare i quantitativi effettivamente iniettati e di sensori di pressione certificati installati sia a bocca foro e sia alle pompe.

15.6.9.8 *Caratteristiche delle miscele cementizie e delle malte cementizie*

In funzione delle condizione di aggressività del terreno, come riportato nelle norme EN 206, dovrà essere selezionato l' opportuno tipo di cemento in conformità alle norme EN197-1.

In presenza di falda in movimento, non è ammesso l' impiego di miscele cementizie; inoltre per le malte o calcestruzzi dovranno essere impiegati addittivi antidilavanti.

15.6.9.8.1 Miscela cementizia

Il rapporto acqua/cemento dovrà essere inferiore a 0,55.

Altrimenti specificato nel Progetto, dovrà essere effettuato un prelievo di miscela dall'impianto di miscelazione ogni 7 giorni lavorativi sul quale verranno effettuate prove di densità e di decantazione.

Il prodotto fresco dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- scostamento del peso specifico dal valore teorico: ±2%;
- decantazione a due ore dalla preparazione: ≤3 % in volume.

Con la miscela prelevata dovranno essere preparati almeno un gruppo di tre campioni da sottoporre alle prove di resistenza.

Per ciascun campione, la resistenza minima richiesta dovrà essere superiore a 25 MPa, valutata con prova a compressione monoassiale, su campioni cilindrici di altezza pari a due volte il diametro semplice, o dovrà essere superiore a 30 MPa, valutata con prova a compressione monoassiale su campioni cubici.

15.6.9.8.2 Malta cementizia

Il rapporto acqua/cemento dovrà essere inferiore a 0,5.

Se non diversamente richiesto in Progetto, il contenuto in cemento non dovrà comunque essere inferiore a 600 kg/m^3.

Gli aggregati utilizzati non dovranno superare il diametro massimo di 8 mm, con $d_{85} \leq 4$ mm.

Altrimenti specificato nel Progetto, dovrà essere effettuato un prelievo di miscela dall' impianto di miscelazione ogni 7 giorni lavorativi sul quale verranno effettuate prove di densità e di decantazione

Il prodotto fresco dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- scostamento del peso specifico dal valore teorico: ±5;
- decantazione a ventiquattro ore dalla preparazione: ≤ 3 % in volume.

Con la miscela prelevata dovranno essere preparati almeno un gruppo di tre campioni da sottoporre alle prove di resistenza.

Per ciascun campione, la resistenza minima richiesta dovrà essere superiore a 25 MPa, valutata con prova a compressione monoassiale, su campioni cilindrici di altezza pari a due volte il diametro semplice, o dovrà essere superiore a 30 MPa, valutata con prova a compressione monoassiale su campioni cubici.

15.6.9.8.3 Calcestruzzo

Il rapporto acqua/cemento dovrà essere inferiore a 0,6.

Se non diversamente richiesto in progetto, il contenuto in cemento non dovrà comunque essere inferiore a 375 kg/m^3.

Il diametro massimo degli aggregati dovrà essere inferiore al minimo fra i seguenti valori:

- 16 mm;
- 0,25 dell'interspazio netto fra le barre o del copriferro teorico;
- 0,15 del diametro interno del tubo di convogliamento.

Altrimenti specificato nel progetto, dovrà essere effettuato un prelievo di miscela dall'impianto di miscelazione ogni 7 giorni lavorativi, sul quale verranno effettuate prove di densità e di decantazione.

Il prodotto fresco dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- scostamento del peso specifico dal valore teorico: ±5
- decantazione a ventiquattro ore dalla preparazione: ≤3 % in volume

Il peso specifico verrà calcolato assumendo il peso specifico assoluto del cemento pari a quello riportato nelle schede tecniche del prodotto, 2,65 g/cm³ quello degli aggregati, nell'ipotesi che non venga inclusa aria.

Con la miscela prelevata dovranno essere preparati almeno un gruppo di tre campioni da sottoporre alle prove di resistenza.

Per ciascun campione, la resistenza minima richiesta dovrà essere superiore a 30 MPa, valutata con prova a compressione monoassiale su campioni cubici.

Le modalità di prova dovranno essere conformi alle normative vigenti ed alle preventive richieste della Direzione Lavori.

15.6.9.9 *Controlli*

Il controllo della profondità dei perfori, rispetto alla quota di sottoplinto, verrà effettuato in doppio modo:

- in base alla lunghezza delle aste di perforazione immerse nel foro al termine della perforazione, con l'utensile appoggiato sul fondo;
- in base alla lunghezza dell'armatura.

La differenza tra le due misure dovrà risultare $\leq$ 0,10 m; in caso contrario occorrerà procedere alla pulizia del fondo del foro asportandone i detriti accumulatisi, dopo aver estratto l'armatura.

L'accettazione delle armature verrà effettuata:

- nel caso di armature in barre longitudinali a aderenza migliorata, in base alla rispondenza 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.

15.6.9.10 *Documentazione dei lavori*

L'esecuzione di ogni 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 dati seguenti:

- identificazione del micropalo;
- data di inizio perforazione e termine del getto (o iniezione);
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione (detta "A");
- profondità del foro all'atto della posa dell'armatura (detta "B");
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;
- per i micropali formati mediante iniezione ripetuta ad alta pressione, pressioni residue minime e quantità complessive iniettate per ogni fase di iniezione ad alta pressione.

Tale scheda dovrà essere riportata su apposito modello che dovrà essere trasmesso dall'Appaltatore alla Direzione Lavori.

15.6.9.11 *Appendice*

15.6.9.11.1 Misure del peso specifico della miscela cementizia e malta cementizia

Si userà di regola una bilancia (pesa di Baroid) che consiste in un'asta graduata in g/l imperniata al basamento e munita ad un estremo di contrappeso ed all'altro di un contenitore.

Quest'ultimo una volta riempito sarà chiuso con un coperchio forato; si garantirà il completo riempimento del contenitore facendo in modo che della miscela fuoriesca dal foro.

Successivamente si avrà cura di pulire l'esterno del contenitore e del coperchio.

Si sposterà il cursore posto sull'asta finché questa assumerà una posizione orizzontale, individuata dalla bolla della livella montata sull'asta.

In tale posizione si leggerà direttamente sull'asta il peso di volume racchiuso nel contenitore.

Per la taratura si riempirà il contenitore di acqua distillata controllando che il peso di volume indicato dal cursore corrisponda a 1000 g/l; in caso contrario si toglieranno o aggiungeranno dei pallini di piombo nel corpo del contrappeso. L'approssimazione delle misure dovrà essere di ±5 g/l.

15.6.9.11.2 Misure della decantazione per le miscele cementizie e le malte

Si userà di regola una buretta graduata da un litro.

Il materiale prelevato verrà versato nel recipiente e lasciato a riposo per due ore. Al termine di tale periodo verrà misurato il quantitativo di acqua essudato. Il rapporto fra l'altezza dell'acqua separata e l' altezza complessiva del campione rappresenta il valore di decantazione.

ART. 16. FINITURE

Il presente capitolo ha per oggetto le opere architettoniche di completamento (finiture) previste nel progetto definitivo del prolungamento della tratta BRIN – CANEPARI della metropolitana di Genova, stazione Canepari, descritte nei disegni e nelle relazioni tecniche di progetto, e tutte le opere civili connesse in c.a. e carpenteria metallica:

- opere strutturali in c.a.;
- riempimenti in cls;
- opere in carpenteria metallica;
- opere in muratura;
- pareti e pannelli REI;
- massetti e sottofondi per pavimentazioni;
- pavimenti sopraelevati;
- sigillature e impermeabilizzazioni;
- rivestimenti di pareti e manufatti in c.a.;
- opere da vetraio e da fabbro;
- opere da pittore;
- intonaci;
- apparecchi sanitari;
- tubazioni e pozzetti;
- pavimentazioni da interno e da esterno;
- arredi e segnaletica;
- infissi e porte REI;
- controsoffitti.

L'Appaltatore, nella fornitura dei materiali e nella loro posa in opera, dovrà seguire, oltre le indicazioni contenute nei disegni di progetto, nelle relazioni tecniche e nei documenti di gara, le prescrizioni del presente Capitolato. Tutti i materiali da impiegare nella esecuzione dei lavori dovranno avere requisiti rispondenti a quelli dei Capitolati, Norme, Leggi, Regolamenti richiamati dal Capitolato Speciale. Con i prezzi indicati nelle voci di Elenco Prezzi (in gran parte del Prezzario della Regione Liguria) si intendono compresi e compensati tutti gli oneri derivanti dall'impiego di appropriati macchinari, ponteggi ed impalcature, forza motrice, acqua e qualsiasi mezzo d'opera e materiale di consumo, necessario per consegnare il lavoro finito a regola d'arte.

16.1 Norme e prescrizioni particolari

16.1.1 Generalità

- I disegni del progetto definitivo a base della presente gara d'appalto unitamente al presente Capitolato d'Appalto, descrivono compiutamente le forniture e lavorazioni previste per l'esecuzione delle opere architettoniche di completamento previste all'interno della stazione.

- Il presente Capitolato contiene norme e prescrizioni valide per le forniture e lavorazioni delle opere architettoniche e civili di completamento. Norme e prescrizioni esplicitamente riferite ad opere non comprese nel presente appalto dovranno essere ignorate dall'Appaltatore.
- L'Appaltatore ha l'obbligo di eseguire gli elaborati di cantierizzazione (di seguito denominati disegni o elaborati costruttivi e/o costruttivi di cantierizzazione – vedere definizioni e prescrizioni nel Capitolato Speciale d'Appalto) per tutte le opere per le quali è espressamente richiesto nel presente Capitolato e negli altri elaborati di progetto e per tutte le altre opere comprese in appalto per le quali la D.L. dovesse, in tempo utile, comunicare la necessità. In tal senso l'Appaltatore dovrà dotarsi della necessaria organizzazione in modo da poter ottemperare a tale obbligo nel rispetto di quanto prescritto a tal proposito nel Capitolato Speciale d'Appalto, dove sono espressamente trattati termini e modalità per l'esecuzione di tali elaborati.
- Data la natura delle opere e l'elevato livello qualitativo ed estetico richiesto, l'Appaltatore dovrà garantire il massimo coordinamento tra lavorazioni impiantistiche e lavorazioni architettoniche e civili in generale. In particolare si evidenzia che alcune forniture impiantistiche sono da considerarsi completamente integrate con le opere di finitura (rivestimenti, alloggiamenti, finiture varie) con esse connesse e formanti una sola fornitura finita. Particolarmente importanti sono i casi degli ascensori e delle scale mobili per i quali l'Appaltatore ha l'obbligo di verificare, producendo i relativi elaborati di cantierizzazione, la perfetta integrazione con i pannelli di rivestimento e con le carpenterie metalliche di sostegno. L'Appaltatore ha quindi l'obbligo di consegnare per approvazione alla D.L. secondo modalità di cui al Capitolato Speciale d'Appalto, gli elaborati di cantierizzazione di insieme di tutti i manufatti impiantistici ed architettonici che richiedono particolare cura dei dettagli.
- Molte delle lavorazioni e forniture comprese nel presente appalto saranno posate in opera in condizioni particolari descritte negli elaborati a base di gara, in particolare nel Piano di sicurezza e Coordinamento (P.S.C.) da redigere a cura del Progettista dell'Appaltatore secondo il documento "**LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DEL PIANO DI SICUREZZA E DEL FASCICOLO TECNICO AI SENSI DEL D.LGS 81/2008"**. Le condizioni particolari derivano prevalentemente da: necessità di movimentare e posare in opera manufatti pesanti a quote diverse tra loro da stazione a stazione e all'interno della stazione stessa; necessità di trasportare a piè d'opera manufatti pesanti fino a tutti livelli sotto il piano stradale previsti in progetto, tra loro variabili; dai vincoli derivanti da condizioni di accessibilità variabili nel tempo e da interferenze rilevanti con altre imprese; dalla necessità di eseguire lavorazioni in quota (quote variabili) utilizzando ponteggi, impalcati, trabattelli… Gli oneri derivanti dalla necessità di effettuare le lavorazioni nelle particolari condizioni presentate dal presente appalto si intendono completamente compensati nell'ambito dell'importo a base di gara. Nulla è dovuto all'Appaltatore, oltre a quanto espressamente riconosciuto nel P.S.C. e negli altri documenti di gara, per ponteggi e opere provvisionali di qualunque genere necessarie per eseguire le lavorazioni comprese in appalto.
- Nessun onere aggiuntivo sarà riconosciuto all'Appaltatore nel caso in cui, per motivi derivanti da interferenze con altri soggetti operanti in cantiere, il montaggio e lo smontaggio di implacati e

ponteggi e la posa di manufatti previsti in appalto debbano essere effettuati a più riprese ed in modo non continuativo.

- Nessun onere aggiuntivo sarà riconosciuto all'Appaltatore per la posa in opera di manufatti, materiali e forniture di qualsiasi tipo presenti in appalto o per il montaggio/smontaggio di impalcati e ponteggi da eseguirsi alle quote, in alcuni casi superiori a 10 m, previste in progetto. La posa in opera delle forniture e manufatti previsti in appalto sarà eseguita ai livelli di stazione ed alle quote previste in progetto. I relativi costi ed oneri di qualsiasi natura sono completamente compensati nelle voci di prezzo in appalto.

Il presente Capitolato contiene norme, prescrizioni e specifiche tecniche per l'esecuzione delle opere architettoniche di completamento della stazione Canepari.

16.2 Caratteristiche dei materiali

I materiali e le forniture da impiegare nelle opere da eseguire dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio, possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti vigenti in materia ed inoltre corrispondere alle specifiche norme del presente Capitolato e degli altri atti contrattuali.

Essi inoltre, se non diversamente prescritto o consentito, dovranno rispondere alle norme e prescrizioni dei relativi Enti di unificazione o normazione (UNI, UNEL, ecc.) con la notazione che ove il richiamo nel presente testo fosse indirizzato a norme ritirate o sostituite, la relativa valenza dovrà rispettivamente ritenersi prorogata (salvo diversa specifica) o riferita alla norma sostitutiva.

Potranno essere impiegati materiali e prodotti conformi ad una norma armonizzata o ad un benestare tecnico europeo così come definiti nella Direttiva 89/106/CEE, ovvero conformi a specifiche nazionali dei Paesi della Comunità Europea, qualora dette specifiche garantiscano un livello di sicurezza equivalente e tale da soddisfare i requisiti essenziali della Direttiva 89/106/CEE.

Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza purché, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti.

L'Appaltatore è obbligato a presentarsi, in qualsiasi momento, ad eseguire od a far eseguire presso il laboratorio di cantiere, presso gli stabilimenti di produzione o presso gli Istituti autorizzati, tutte le prove prescritte dal presente Capitolato o dalla Direzione, sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti, sia prefabbricati che formati in opera e sulle forniture in genere.

Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme CNR, verrà effettuato in contraddittorio e sarà appositamente verbalizzato.

L'Appaltatore farà sì che tutti i materiali abbiano ad avere, durante il corso dei lavori, le medesime caratteristiche riconosciute ed accettate dalla Direzione dei Lavori. Qualora in corso di coltivazione di cave o di esercizio delle fabbriche, stabilimenti ecc. i materiali e le forniture non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti, ovvero venissero a mancare e si presentasse quindi la necessità di cambiamenti

negli approvvigionamenti, nessuna eccezione potrà accampare l'Appaltatore, né alcuna variazione di prezzi, fermi restando gli obblighi di cui al primo capoverso.

Le provviste non accettate dalla Direzione Lavori, in quanto ad insindacabile giudizio non riconosciute idonee, dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere, a cura e spese dell'Appaltatore, e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti. L'Appaltatore resta comunque totalmente responsabile in rapporto ai materiali forniti la cui accettazione, in ogni caso, non pregiudica i diritti che l'Amministrazione si riserva in sede di collaudo.

16.3 Materiali naturali e di cava

16.3.1 Acqua

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

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 suddetta Norma 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.

16.3.2 Sabbia

16.3.2.1 *Generalità*

La sabbia da impiegare nelle malte e nei calcestruzzi, sia essa viva, naturale o artificiale, dovrà essere assolutamente scevra da materie terrose od organiche, essere preferibilmente di qualità silicea (in subordine quarzosa, granitica o calcarea), di grana omogenea, scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco e dovrà provenire da rocce aventi alta resistenza alla compressione.

Ove necessario, la sabbia sarà lavata con acqua dolce per l'eliminazione delle eventuali materie nocive; alla prova di decantazione in acqua, comunque, la perdita in peso non dovrà superare il 2%.

Per il controllo granulometrico l'Appaltatore dovrà apprestare e porre a disposizione della Direzione gli stacci UNI 2332.

16.3.2.2 *Sabbia per murature in genere*

Sarà costituita da grani di dimensioni tali da passare attraverso lo staccio 2 UNI 2332.

16.3.2.3 *Sabbia per intonaci ed altri lavori*

Per gli intonachi, le stuccature, le murature di paramento od in pietra da taglio, la sabbia sarà costituita da grani passanti allo staccio 0,5 UNI 2332.

16.3.2.4 *Sabbia per conglomerati cementizi*

Dovrà corrispondere ai requisiti prescritti dal D.M. 3 giugno 1986, All.1 e dal D.M. 6 gennaio 1996, All.1, punto 2.

La granulometria dovrà essere assortita (tra 1 e 5 mm) e adeguata alla destinazione del getto ed alle condizioni di posa in opera.

È assolutamente vietato l'uso di sabbia marina, salvo efficace lavaggio e previa autorizzazione della Direzione Lavori.

16.3.3 Ghiaia - Pietrisco

16.3.3.1 *Generalità*

I materiali in argomento dovranno essere costituiti da elementi omogenei, provenienti da rocce compatte, resistenti, non gessose o marnose né gelive.

Tra le ghiaie si escluderanno quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica, sfaldati o sfaldabili e quelle rivestite da incrostazioni.

I pietrischi e le graniglie dovranno provenire dalla frantumazione di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o di calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto, all'abrasione e al gelo. Saranno a spigolo vivo, scevri di materie terrose, sabbia e comunque materie eterogenee od organiche. Se necessario, vanno lavate in acqua dolce.

Per il controllo granulometrico l'Appaltatore dovrà approvvigionare e porre a disposizione della Direzione i crivelli UNI 2334.

Tabella 8. **Ghiaie e Pietrischi - Pezzatura**

INDICAZIONI PER LA DESIGNAZIONE		CRIVELLO DI CONTROLLO	
GHIAIE	PIETRISCHI	che trattiene	che lascia passare
Ghiaia 40/71	Pietrisco 40/71	40 UNI 2334	71 UNI 2334
Ghiaia 40/60	Pietrisco 40/60	40 UNI 2334	60 UNI 2334
Ghiaia 25/40	Pietrisco 25/40	25 UNI 2334	40 UNI 2334
Ghiaietto 15/25	Pietrischetto 15/25	15 UNI 2334	25 UNI 2334
Ghiaietto 10/15	Pietrischetto 10/15	10 UNI 2334	15 UNI 2334
Ghiaino 5/10	Graniglia 5/10	5 UNI 2334	10 UNI 2334
Ghiaino 3/5	Graniglia 3/5	3 UNI 2334	5 UNI 2334

16.3.3.2 *Ghiaia e pietrisco per conglomerati cementizi*

Dovranno corrispondere ai requisiti prescritti dal D.M. 6 gennaio 1996, All.1, punto 2.

La granulometria degli aggregati sarà in genere indicata dalla Direzione in base alla destinazione dei getti ed alle modalità di posa in opera dei calcestruzzi.

In ogni caso la dimensione massima degli elementi, per le strutture armate, non dovrà superare il 60% dell'interferro e per le strutture in generale, il 25% della minima dimensione strutturale.

È prescritto inoltre che per getti di fondazione o di forte spessore gli elementi di dimensione massima risultino passanti al crivello 71 UNI 2334 mentre per getti di spessore ridotto gli elementi di minima dimensione risultino trattenuti dal crivello 8 UNI 2334.

Tabella 9. **Ghiaie e Pietrischi - Pezzatura**

INDICAZIONI PER LA DESIGNAZIONE		CRIVELLO DI CONTROLLO	
GHIAIE	PIETRISCHI	che trattiene	che lascia passare
Ghiaia 40/71	Pietrisco 40/71	40 UNI 2334	71 UNI 2334
Ghiaia 40/60	Pietrisco 40/60	40 UNI 2334	60 UNI 2334
Ghiaia 25/40	Pietrisco 25/40	25 UNI 2334	40 UNI 2334
Ghiaietto 15/25	Pietrischetto 15/25	15 UNI 2334	25 UNI 2334
Ghiaietto 10/15	Pietrischetto 10/15	10 UNI 2334	15 UNI 2334
Ghiaino 5/10	Graniglia 5/10	5 UNI 2334	10 UNI 2334
Ghiaino 3/5	Graniglia 3/5	3 UNI 2334	5 UNI 2334

16.3.4 Pomice

Posta in commercio allo stato di granulato, dovrà possedere la granulometria prescritta (di norma: 0-5, 0-12, 0-15, 0-20), essere priva di alterazioni, asciutta, scevra da sostanze organiche, polvere od altri elementi estranei.

Per gli impieghi strutturali inoltre dovrà possedere una resistenza meccanica granulare (norma DIN 53109 e procedimento modificato di Hummel) non inferiore a 15 N/mm² (150 Kgf/cm²).

16.3.5 Pietre naturali e marmi

16.3.5.1 *Generalità - Caratteristiche tecniche*

I materiali in argomento dovranno corrispondere alle "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione" di cui al R.D. 16 novembre 1939, n.2232.

In generale, le pietre da impiegarsi nella costruzione dovranno essere omogenee, a grana compatta (con esclusione di parti tratte dal cappellaccio), esenti da screpolature, peli, venature, piani di sfaldatura, sostanze estranee, nodi, scaglie, cavità, ecc. Dovranno avere dimensioni adatte al

particolare loro impiego ed offrire una resistenza proporzionata all'entità delle sollecitazioni cui saranno sottoposte; in particolare, il carico di sicurezza a compressione non dovrà mai essere superiore al 20% del rispettivo carico di rottura.

Saranno escluse le pietre marnose, gessose ed in generale tutte quelle alterabili all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.

Le prove per l'accertamento dei requisiti fisico-chimici e meccanici saranno effettuate in conformità alle norme di cui al R.D. citato.

Le caratteristiche tecniche saranno indicativamente conformi a quelle riportate nella tabella.

Tabella 10. **Dati caratteristici sulla resistenza ed elasticità delle pietre naturali da costruzione.**

MATERIALE	Tensioni (Kgf/cm²)			Carico sicurez.	Modulo elastic. N/mm²	Rapporto di deformaz.	Massa volumica
	traz. N/mm²	compres. N/mm²	flession. N/mm²	compr. N/mm²	(valore medio alla compress.)	longitud. *m*	apparente Kg/m³
Graniti	2 (6	100 (200	10 ÷ 24	3,5 ÷ 8	12500 ÷45000	5 ÷ 10	2700
Sieniti	---	145	---	7	110000	---	2750
Dioriti	---	180	---	10	130000	---	2900
Porfidi	5 (7	100 (250	20	7	---	---	2700
Tracheiti	---	90	8	9	---	---	2400
Basalti	---	200 ÷ 400	---	3,5	110000	---	3000
Tufi vulcanici	0,8	3 (7	---	0,8	---	---	1700
Calcari compatti	3 (7	50 (150	8 ÷ 17	0,4 ÷ 1	71	---	2600
Dolomie	2	110	10	2 ÷ 6	---	---	2900
Tufi calcarei	---	7,5	---	0,4 ÷ 10	---	---	1800
Travertini	---	45	---	1 ÷ 1,5	---	---	2200
Arenarie	1 ÷ 4,5	40 ÷ 200	4 ÷ 35	1,5 ÷ 2	2,5 ÷ 25	---	2600
Marmi saccaroidi	2,1	100 ÷ 140	11÷14	2	20 ÷ 100	3 ÷ 4,5	2750
Gneiss	---	110	18	4,5	20 ÷ 95	---	2700

La nomenclatura delle pietre, oltre che dal tipo di materiale, sarà rapportata alla forma, alla lavorazione delle superfici ed all'uso.

Con riguardo alla forma, la nomenclatura è riportata nella tabella successiva.

Tabella 11. **Nomenclatura delle pietre rispetto alla forma**

NOMENCLATURA	DESCRIZIONE
Pietrame misto di cava	Pezzi di varie dimensioni nelle condizioni di estrazione della cava
Pietrame di muratura	Pezzi selezionati adatti per muratura in pietra spaccata. Dimensioni 20 (50 cm
Pietrame in lastre naturali	Lastre con spessore e contorni di cava, senza alcuna lavorazione, provenienti da materiali stratificati
Pietra in lastre segate	Lastre risultanti dalla segatura di blocchi di cava, senza alcuna lavorazione
Pietra in blocchi naturali	Materiale in grossi blocchi di cava, grossolanamente squadrati, pronti per il taglio
Pietra in conci	Blocchi squadrati a forma parallelepipeda, con superfici più o meno lavorate. Per i tufi i conci sono ricavati alla sega in cava

Con riguardo invece alla lavorazione delle superfici la nomenclatura è riportata nella tabella seguente.

Tabella 12. **Nomenclatura delle pietre rispetto alla lavorazione delle superfici**

NOMENC.	DESCRIZIONE
Greggia di cava	Superficie di materiale che ha subito soltanto lo stacco dalla montagna naturale (crollo di cava) oppure con mine od altri mezzi (cunei, mazze, ecc.)
Greggia di spacco	Superficie ottenuta mediante spacco della roccia secondo i piani di divisibilità (sfaldamento, falda, controfalda e controverso)
Mano di sega	Superficie striata come risulta dopo la segatura.
Sbozzata	Superficie che in cava ha subito una prima lavorazione per una grossolana squadratura con piccone o con punta grossa (subbia)
A punta grossa	Uniforme distribuzione di solchi e cavità con profondità 8 (12 m/m (lavorazione con mazzuolo e punta grossa)
A punta media	Idem con profondità 5 (8 m/m (lavorazione con mazzuolo e punta media)
A punta fine	Idem con profondità 2 (5 m/m (lavorazione con mazzuolo e punta fine)
Scalpellata	Superficie pressoché liscia; sono tuttavia ammessi solchi o cavità di profondità non maggiore a 2 m/m (lavorazione con mazzuolo e scalpello)
Bocciardata grossa	Granulare uniforme; lavorazione con la bocciarda grossa (9 o 16 denti su 25 cm^2)
Bocciardata media	Idem con bocciarla media (25 o 36 denti su 25 cm^2)
Bocciardata fine	Idem con bocciarla fine (49,64 o 81 denti su 25 cm^2)
Bocciardata finissima	Idem con bocciarla finissima (100, 121 o 144 denti su 25 cm^2)
Martellinata grossa	Uniformemente striata in una sola direzione; lavorazione alla martellina grossa su superficie preventivamente lavorata alla punta grossa
Martellinata media	Idem con martellina media su superficie preventivamente lavorata a punta media e fine a martellina grossa.
Martellinata fine	Idem con martellina fine su superficie a mano di sega od a punta fine od a martellina media
Frullonata	Superficie liscia omogenea con leggeri segni di lavorazione (rigatura o striatura); viene fatto con virgole o con globuli di acciaio.
Levigata	Superficie liscia ed omogenea, senza rigature, striature od altri segni di lavorazione; viene ottenuta con virgole 1,2,3 oppure con carborundum o spuntiglio.
Lucidata	Superficie brillante, speculare; ottenuta su superficie preventivamente levigata con l'impiego di spuntiglio finissimo, ossido di piombo o gomma lacca, ecc.
Sabbiata	Finitura derivante dal getto ad alta pressione di sabbia la quale incide in modo uniforme la superficie.

La Direzione dei Lavori ha facoltà di verificare la conformità della qualità dei materiali, delle lavorazioni e dei prodotti in opera con quella programmata. Ciò non esime in alcun modo l'Appaltatore dall'eseguire e consegnare i lavori di propria competenza, secondo quanto stabilito dagli elaborati grafici, dal presente Capitolato, dal Contratto d'appalto e dalle disposizioni impartite in corso d'opera dalla D.L..

Prima dell'inizio dei lavori relativi per ciascun tipo e variante di materiale lapideo scelto dalla D.L. saranno realizzati campioni significativi codificati, controfirmati dalle parti e conservati dalla D.L..

16.3.5.2 *Campionature di riferimento*

La campionatura comprenderà necessariamente:

- una campionatura del materiale;
- una campionatura delle finiture, delle lavorazioni, dei dettagli costruttivi degli ancoraggi.

La campionatura tra l'altro prevederà:

1. un modulo a grandezza naturale della fornitura tale, per dimensioni e conformazione, da essere funzionale alle verifiche tecniche ed architettoniche richieste dalla D.L. ed in grado di mostrare il risultato finale del lavoro;
2. un numero di lastre, per ogni tipo, varietà e finitura, opportunamente scelte, rifinite e codificate da un numero o sigla in grado di mostrare il campo di variazione (RANGE) del colore di fondo, del disegno e delle eventuali particolarità dei materiali da impiegarsi e di rappresentare la gamma il più possibile completa delle caratteristiche estetiche del materiale.

Con riferimento alle lastre del "range" dovrà essere possibile, con riferimento alle caratteristiche estetiche di ciascuna lastra indicare, da parte della D.L.:

- quella da scartare;
- quella da accettare;
- quella da accettare solo per alcuni tipi di finitura superficiale;
- quelle da accettare per specifici prodotti per particolari caratteristiche estetiche positive o al limite dell'accettabilità;
- quelle evidenziate perché presentano caratteristiche o difetti che non devono essere assolutamente presenti in nessun elemento ecc.

Come indicato negli elaborati grafici, si prevede la preposa in laboratorio di alcune parti significative dei pavimenti e del rivestimento; una volta completata la loro preposa, prima di procedere alla loro marcatura ed imballaggio, dovrà ottenersi l'approvazione della D.L..

L'Appaltatore deve coordinarsi, e ne è responsabile, con tutti i fornitori di materiali e prodotti necessari alla posa, compresi quelli lapidei, affinché questi siano consegnati in cantiere in tempo utile per la posa in opera secondo il programma dei lavori concordati.

Considerata la rilevanza in termini quantitativi della fornitura, e la necessità che la stessa garantisca una sostanziale uniformità sia per le caratteristiche fisico-chimiche che estetiche del materiale, l'Appaltatore dovrà presentare alla D.L., prima dell'inizio dei lavori di estrazione, le necessarie indicazioni che documentino la capacità di estrazione delle cave scelte in relazione alla fornitura da effettuare nei tempi previsti.

Dovrà quindi essere predisposto a cura e spese dell'Appaltatore un dettagliato piano di controllo della qualità del materiale da estrarre che ne garantisca la costanza nel tempo fino al completamento della fornitura.

Nel corso dei lavori di estrazione dovranno quindi essere effettuati, a cura e spese dell'appaltatore, controlli e prove di laboratorio, alla presenza di personale incaricato dalla D.L., per lo meno ogni 30 m^3 di materiale estratto.

Qualora, in qualsiasi momento, si ravvisasse la non corrispondenza del materiale estratto ai campioni depositati, la D.L. potrà ordinare la sospensione della fornitura e l'Appaltatore sarà tenuto a uniformare la fornitura in corso alla campionatura presentata.

Qualora ciò non fosse possibile, su richiesta della D.L., l'Appaltatore dovrà rimuovere a propria cura e spesa il materiale già posato o depositato in cantiere e provvedere, in accordo con la D.L., a nuove campionature senza per questo avere niente a pretendere per qualsiasi ragione o causa.

Prima di avviare la produzione e la posa in opera, dovrà essere previsto un incontro tra il Direttore dei Lavori, il responsabile della commessa dell'Appaltatore al fine di sottoporre alla D.L. il piano costruttivo delle opere in materiale lapideo, comprendente:

- i certificati di laboratorio relativi alla qualificazione dei materiali;
- il programma di coltivazione delle cave e di esecuzione della posa in opera;
- il programma dei controlli in corso di estrazione del materiale lapideo per la garanzia della qualità;
- il piano costruttivo di montaggio, completo di:

    1. verifiche e dimensionamenti statici di tutti gli elementi resistenti a norma delle disposizioni di legge;
    2. rilievo di cantiere costruttivo, eseguito con strumentazione di precisione plano - altimetrico;
    3. disegni esecutivi di insieme completi di: geometria degli elementi, dimensioni e quote di riferimento, materiali, finiture, lavorazioni, dettagli esemplificativi dei nodi particolari, marche dei pezzi, indicazioni della griglia degli ancoraggi e, se necessario, chiara indicazione delle aree in cui è strato ritenuto opportuno suddividere i pavimenti ed i rivestimenti; quote di riferimento, disposizione e dimensioni dei giunti tecnici ecc.
    4. particolari costruttivi riferiti a parti tipiche, pezzi speciali, nodi significativi e metodologia di posa da impiegare, con tipologia e posizione degli ancoraggi meccanici rispetto ai pezzi da collocare.
    5. distinta dei dettagli relativi agli ancoraggi, numero, disegno tipologico e verifiche statiche eseguite da tecnico specializzato;
    6. distinta di lavorazione con tipi di finiture.

Produzione e posa in opera dovranno essere conformi a norme, leggi e documentazioni fornite come riferimento.

Esse devono essere considerante come vincolanti, ma non esaustive delle condizioni tecniche necessarie per un'esecuzione a regola d'arte dei lavori, che rappresenta l'obiettivo prioritario da conseguire. Pertanto, per quanto attiene alla esecuzione e alla perfetta riuscita del lavoro,

l'Appaltatore resterà comunque unico responsabile. In particolare, resterà responsabile anche degli impegni condizionati dal fornitore dei materiali.

16.3.5.3 *Programma di manutenzione*

Per ogni tipo e varietà di materiale impiegato nei pavimenti e nei rivestimenti dovranno essere previste, accantonate e spedite in cantiere lastre di analogo spessore.

L'Azienda fornitrice dei prodotti in materiale lapideo dovrà fornire adeguata documentazione su prodotti ed operazioni consigliate per un corretto programma di manutenzione ordinaria e straordinaria per i pavimenti ed i rivestimenti da essa forniti.

16.3.5.4 *Produzione degli elementi in materiale lapideo*

Compiti e responsabilità dell'Appaltatore.

I compiti e le responsabilità dell'Appaltatore relativamente alla fornitura dei materiali sono i seguenti:

- fornire adeguata documentazione tecnica preliminare dei materiali lapidei impiegati nella fornitura;
- approvvigionarsi dei materiali lapidei necessari;
- eseguire un rilievo in cantiere di tutte quelle superfici da rivestire con i prodotti lapidei oggetto della fornitura, al fine di verificare tutte le misure necessarie alla produzione degli elementi richiesti;
- mettere a punto i disegni esecutivi d'insieme con le marche dei pezzi e le distinte di lavorazione; tutti questi elaborati dovranno essere approvati dalla D.L.;
- produrre, imballare e stoccare tutti gli elementi in materiale lapideo previsti, predisponendo una lista di spedizione dei pezzi suddivisa per cassa.

16.3.5.5 *Leggi, norme e documenti di riferimento*

Tutta la gestione e la produzione della fornitura deve fare riferimento all'ultima edizione delle seguenti norme:

- UNI 8458 Prodotti lapidei - Terminologia e classificazione
- UNI 9379 Pavimenti lapidei - Terminologia e classificazione
- UNI 9725 Prodotti lapidei - Criteri di accettazione
- UNI 9726 Prodotti lapidei (grezzi e lavorati). Criteri per l'informazione tecnica
- UNI 9724/1 Descrizione Petrografica
- UNI 9724/4 Confezionamento Sezioni Sottili e Lucide
- UNI 9724/2 Determinazione della Massa Volumica Apparente e del Coefficiente di Imbibizione.
- UNI 9724/3 Determinazione della Resistenza a Compressione Semplice.
- UNI 9724/5 Determinazione della Resistenza a Flessione
- UNI 9724/6 Determinazione della Microdurezza Knoop

- ASTM C99 Standard Test Method for Modulus of Rupture of Natural Building Stone.
- ASTM C880-89 Standard Test Method for Flexural Strength of Natural Building Stone.

16.3.5.6 *Qualità e provenienza dei materiali*

L'azienda è chiamata a fornire adeguata documentazione tecnica preliminare su ciascun materiale lapideo impiegato, in conformità con la norma UNI 9726.

La D.L. stabilirà le caratteristiche estetiche di ciascun materiale, che sarà selezionato in funzione del suo colore di fondo e del disegno della venatura.

16.3.5.7 *Produzione*

Tutti gli elementi dovranno essere tagliati da materiale lapideo accuratamente selezionato e rifinito, e quindi diligentemente lavorati. Tutto ciò in conformità con le specifiche tecniche stabilite dalla documentazione del Contratto d'Appalto, dall'ultima edizione dei disegni esecutivi d'insieme e delle distinte di lavorazione elaborate dall'Appaltatore e approvate dal Direttore dei Lavori.

Gli elementi contigui del pavimento e del rivestimento devono essere realizzati avendo cura di accompagnare colore di fondo e andamento della venatura come indicato nei disegni.

Le marmette dei pavimenti e dei rivestimenti dovranno essere selezionate in funzione delle tonalità e della gradazione del colore e della trama della venatura, in modo tale che sia assicurata una sostanziale uniformità della costruzione, fermo restando il riferimento alla campionatura concordata.

Il prodotto così suddiviso dovrà recare sul proprio imballaggio l'indicazione della varietà di appartenenza. Ogni elemento del pavimento e del rivestimento realizzato deve essere marcato in modo chiaro.

Tutte le lavorazioni di ancoraggio da realizzarsi nelle coste degli elementi lapidei devono essere eseguite con macchine in presenza di acqua corrente; non sono ammesse lavorazioni a mano.

Le parti di pavimento eventualmente da assemblare ed incollare in laboratorio devono essere stuccate in modo adeguato e quindi spianate e levigate.

16.3.5.8 *Qualità finale dei prodotti*

Spigoli, coste e superfici a vista del prodotto devono essere esenti da rotture, sbeccature, scagliature, angoli rotti, graffiature, macchie ed ogni altro difetto che possa pregiudicare la qualità estetica e meccanica del prodotto; comunque se i suddetti difetti risultino di limitata entità e o facilmente ricuperabili durante la posa in opera, è data facoltà all'Appaltatore, in quantità limitata di accantonare i suddetti pezzi per sottoporli all'approvazione del Direttore dei Lavori.

Il materiale lapideo con cui è realizzato un elemento deve essere conforme (secondo quanto stabilito in termini di variabilità) al campione di riferimento, in termini di andamento della venatura e colore di fondo.

In materiale deve essere esente da venature e/o macchie anomale in evidenza, rotture, magrosità e da ogni altro difetto che possa compromettere le caratteristiche fisiche, meccaniche ed estetiche del prodotto.

Una finitura si considererà correttamente eseguita quando essa annulla completamente ogni traccia dello stato precedente della superficie, risulta uniforme ed è estesa a tutta la superficie dell'elemento.

Rispetto alle dimensioni nominali dei prodotti finiti, la produzione di tutti gli elementi lapidei deve risultare conforme alle seguenti tolleranze (non cumulative):

- spessore 1,5 mm
- dimensioni: +/- 1 mm
- squadratura: +/- 1 mm a 60 cm dall'angolo rispetto ad una squadra in alluminio di riferimento
- planarità: 0,1% (misurata su due punti più distanti all'interno del pezzo)
- forma: +/- 1 mm in ogni punto rispetto ad una sagoma di riferimento.
- centro intaglio/foro: +/- 1 mm
- diametro/profondità/intaglio/foro: 0/+1 mm.

16.3.5.9 *Imballo e spedizione*

Ogni elemento imballato deve essere pulito e recare in modo chiaro la propria marca.

L'imballaggio degli elementi a casellario e delle opere di finitura deve essere costituito da sole casse di legno.

Il confezionamento dell'imballaggio dovrà essere predisposto in modo tale da evitare ogni degrado del materiale come macchie, sbeccature, rotture, ecc..

Almeno nella parte superiore della cassa i prodotti devono essere protetti con un foglio di polietilene. Imballaggi, nastri, etc. soggetti a perdere sostanze (es. legni scuri) o ad ossidarsi (metallo) non devono essere impiegati.

Le superfici finite devono essere adeguatamente protette con fogli di polistirolo o materiali similari.

Ogni imballo deve essere corredato da uno stampato, ben fissato e protetto, contenente, tra l'altro, le seguenti informazioni: progetto e luogo di destinazione, tipi di materiali, lista delle marche dei prodotti in esso contenuti e un'indicazione del peso.

16.4 Calci - pozzolane - leganti idraulici

16.4.1 Calci aeree

Dovranno avere le caratteristiche ed i requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione delle calci", di cui al R.D. 16 novembre 1939, n.2231, dalle norme CNR 10035/86 e 10036/86.

La distinzione è fatta in: calce grassa in zolle; calce magra in zolle; calce idrata in polvere.

16.4.1.1 *Calce grassa in zolle*

Dovrà provenire da calcari puri, essere di recente, perfetta ed uniforme cottura, non bruciata né vitrea né pigra ad idratarsi ed infine di qualità tale che, mescolata con la sola quantità di acqua dolce necessaria all'estinzione, si trasformi completamente in una pasta soda a grassello tenuissimo (rendimento min. 2,5 m^3/t), senza lasciare residui maggiori del 5% dovuti a parti non bene decarburate, siliciose od altrimenti inerti.

La calce viva in zolle al momento dell'estinzione dovrà essere perfettamente anidra; sarà rifiutata quella ridotta in polvere o sfiorita e perciò si dovrà provvederla in rapporto al bisogno e conservarla in luoghi asciutti e ben riparati dall'umidità.

L'estinzione della calce verrà effettuata meccanicamente, mediante macchine a ciclo continuo, o tradizionalmente, a mezzo di batterie di vasche accoppiate poste a livello diverso e separate da griglia 4 UNI 2331/2.

La calce grassa destinata agli intonachi dovrà essere spenta almeno tre mesi prima dell'impiego, quella destinata alle murature almeno 15 giorni.

16.4.1.2 *Calce magra in zolle*

Non sarà consentito, se non diversamente disposto, l'impiego di tale tipo di calce.

16.4.1.3 *Calce idrata in polvere*

Dovrà essere confezionata con idonei imballaggi e conservata in locali ben asciutti.

Gli imballaggi dovranno portare ben visibili: l'indicazione del produttore, il peso del prodotto e la specifica se trattasi di fiore di calce o calce idrata da costruzione.

16.4.2 Pozzolana

Dovrà rispondere alle "Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico", di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2230.

Per pozzolane si intendono tutti quei materiali di origine vulcanica che impastati intimamente con calce danno malte capaci di far presa e indurire anche sott'acqua e che presentano un residuo non superiore al 40% ad un attacco acido basico eseguito secondo le modalità di cui al capo III della predetta norma.

La pozzolana sarà ricavata da strati mondi da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o da pari inerti, sarà di grana fina (passante allo staccio 3,15 UNI 2332 per malte in generale e 0,5 UNI 2332 per malte fini di intonaco e murature di paramento), asciutta ed accuratamente vagliata.

Sarà impiegata esclusivamente pozzolana classificata "energica" (resistenza a pressione su malta normale a 28 gg.: 25 Kgf/cm^2 (10%) e sarà rifiutata quella che, versata in acqua, desse una colorazione nerastra, intensa e persistente.

16.4.3 Leganti idraulici

16.4.3.1 *Generalità*

I materiali in argomento dovranno avere le caratteristiche ed i requisiti prescritti dalla Legge 25 maggio 1965, n. 595, dal D.M. 3 giugno 1968, dal D.M. 31 agosto 1972, dal D.M. 20 novembre 1984 e D.M. 13 settembre 1993 aventi rispettivamente per oggetto: "Caratteristiche tecniche e requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi", "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche", "Modificazione al Decreto Ministeriale 3 giugno 1968 recante norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi", "Abrogazione di alcune disposizioni contenute nel Decreto Ministeriale 3 giugno 1968 concernente nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi".

16.4.3.2 *Denominazione dei tipi*

I leganti idraulici si distinguono nei seguenti tipi:

- Cemento alluminoso
- Cementi per sbarramenti di ritenuta
  - portland;
  - pozzolanico;
  - d'alto forno.
- Agglomerati cementizi
  - a lenta presa;
  - a rapida presa.
- Calci idrauliche
  - naturali in zolle;
  - naturali o artificiali in polvere;
  - eminentemente idrauliche naturali od artificiali in polvere;
  - artificiali pozzolaniche in polvere;
  - artificiali siderurgiche in polvere

16.4.3.3 *Resistenze meccaniche e tempi di presa*

I cementi precedentemente elencati, saggiati su malta normale secondo le prescrizioni e le modalità indicate all'art.10 del D.M. 3 giugno 1968, dovranno avere le caratteristiche ed i limiti minimi di resistenza meccanica, con tolleranza del 5% parzialmente riportati nella tabella:

Tabella 13. **Cementi - Resistenze meccaniche (a 28 gg.) e tempi di presa**

TIPO DI CEMENTO		Resistenza (Kgf/cm²) dopo 28 gg.		Tempi di presa	
		A Fless.	A Compress.	Inizio (minuti)	Termine (ore)
A	Alluminoso	80	525	(30	(10
B	Per sbarramenti di ritenuta	--	225	(45	(12

Gli agglomerati cementizi e le calci idrauliche dovranno invece avere le caratteristiche ed i limiti minimi di resistenza meccanica, con tolleranza del 5% parzialmente riportati nella tabella seguente:

Tabella 14. **Agglomerati cementizi e calci idrauliche - Resistenze meccaniche e tempi di presa**

TIPO DI LEGANTE		Prova a giorni	Resistenza a compressione (Kgf/cm²)	Tempi di presa	
				Inizio	Termine
D	Agglomerati cementizi a lenta presa	7 (28)	100 (160)	(45 min	(12 ore
	Agglomerati cementizi a rapida presa	7	130	(1 min	(30 min
E	Calci idrauliche tipo b)	28	15	(1 ora	(48 ore
	Calci idrauliche tipo c), d), e)	28	30	(1 ora	(48 ore

16.4.3.4 *Modalità di fornitura*

La fornitura dei leganti idraulici dovrà avvenire in sacchi sigillati, ovvero in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola od ancora alla rinfusa.

Dovranno comunque essere chiaramente indicati, a mezzo stampa nei primi due casi e con documenti di accompagnamento nell'ultimo, il peso e la qualità del legante, lo stabilimento produttore e le resistenze minime a trazione e compressione dopo 28 gg. di stagionatura dei provini.

L'introduzione in cantiere di ogni partita di cemento sfuso dovrà risultare dal giornale dei lavori e dal registro dei getti.

16.4.3.5 *Prelievo dei campioni*

Per l'accertamento dei requisiti di accettazione dei cementi, degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche in polvere, le prove saranno eseguite su materiale proveniente da un campione originario di almeno 50 Kg di legante prelevato da dieci sacchi per ogni partita di mille sacchi o frazione.

Per le forniture di leganti alla rinfusa la campionatura per le prove sarà effettuata all'atto della consegna, in contraddittorio fra le parti, mediante il prelievo di un campione medio in ragione di 10 Kg per ogni 50 tonn. o frazione.

Il campione per le prove sulle calci idrauliche naturali in zolle dovrà essere di 50 Kg per ogni 10 tonn. di calce e sarà prelevato con la pala da diversi punti del mucchio.

16.4.3.6 *Conservazione*

Dovrà essere effettuata in locali asciutti, approntati a cura dell'Appaltatore, e su tavolati in legname; più idoneamente lo stoccaggio sarà effettuato in adeguati "silos".

16.4.3.7 *Particolari prescrizioni sui cementi*

I cementi pozzolanici dovranno prevalentemente essere impiegati per opere destinate a venire in contatto con terreni gessosi, acque di mare o solfatate in genere. I cementi d'alto forno dovranno essere impiegati nelle pavimentazioni stradali, nelle strutture a contatto con terreni gessosi ed in genere nelle opere in cui è richiesto un basso ritiro; non dovranno invece essere impiegati per conglomerati destinati a strutture a vista.

I cementi alluminosi saranno impiegati per getti a bassa temperatura, per getti subacquei, per lavori urgenti ed in genere per opere a contatto con terreni od acque fisicamente o chimicamente aggressivi.

I cementi bianchi, oltre a corrispondere a tutti i requisiti prescritti dal D.M. 3 giugno 1968, dovranno raggiungere una resistenza meccanica minima di 575 Kgf/cm^2.

I cementi colorati saranno ottenuti con intima mescolanza di cementi bianchi con pigmenti colorati di analoga finezza, in quantità non superiore al 10% in volume. La mescolanza dovrà risultare perfettamente omogenea; i pigmenti saranno stabili alla luce ed esenti da sostanze che possano danneggiare le malte ed i conglomerati.

16.5 Gessi per edilizia

16.5.1 Generalità

Ottenuti per frantumazione, cottura e macinazione di pietra da gesso ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), dovranno presentarsi perfettamente asciutti, di recente cottura, di fine macinazione, scevri di materie eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea.

Dovranno inoltre corrispondere, per caratteristiche fisiche, meccaniche e chimiche, alle norme UNI.

Con riguardo all'impiego la distinzione sarà fatta in:

1. gessi per muro (fabbrica, alabastrino, ecc.);
2. gessi per intonaco (scagliola, murario, ecc.);
3. gessi per pavimento ed usi vari.

La tabella che segue offre una sintesi di alcune caratteristiche fisico - meccaniche:

Tabella 15. **Gessi per edilizia. Caratteristiche fisiche e meccaniche**

TIPO DI GESSO	Passante minimo % Staccio 0,2 UNI 2332	Passante minimo % Staccio 0,09 UNI 2332	Resist. a trazione minimo Kgf/cm^2	Resistenza a compress. minimo Kgf/cm^2	Tempo di presa minimo Minuti
Gessi per muro	70	50	8	50	7
Gessi per intonaco	90	80	12	70	20

I gessi non dovranno contenere, sul prodotto cotto per 24 ore a 230°C, sostanze estranee al solfato di calcio in quantità maggiore del 30%; essi poi, in rapporto al contenuto di sostanze estranee totali, saranno suddivisi in tre classi di qualità, delle quali, la prima con un tenore di sostanze estranee inferiori al 10%, la seconda oltre il 10% fino al 20% e la terza fino al 30%.

I gessi dovranno essere approvvigionati in sacchi sigillati di idoneo materiale, riportanti il nominativo del produttore e la qualità del gesso contenuto. La conservazione dovrà essere effettuata con tutti gli accorgimenti atti ad evitare degradazioni da umido.

16.6 Murature

16.6.1 Materiali laterizi e termolaterizi

Formati da argilla (contenente quantità variabili di sabbia, ossido di ferro e carbonato di calcio) purgata, macerata, impastata, pressata e ridotta in pezzi di forma e dimensioni stabilite, pezzi che, dopo asciugamento, vengono esposti a giusta cottura in apposite fornaci; dovranno rispondere alle "Norme per l'accettazione dei materiali laterizi" emanate con R.D. 16 novembre 1939, n.2233.

I laterizi di qualsiasi tipo, forma e dimensioni (pieni, forati e per coperture) dovranno nella massa essere scevri da sassolini ed altre impurità; avere forma regolare, facce lisce e spigoli sani; presentare alla frattura (non vetrosa) grana fine, compatta ed uniforme; essere sonori alla percussione; assorbire acqua per immersione ed asciugarsi all'aria con sufficiente rapidità; non sfaldarsi o sfiorire sotto l'influenza degli agenti atmosferici (anche in zone costiere) e di soluzione saline; non screpolarsi al fuoco ed al gelo; avere resistenza adeguata, colore omogeneo e giusto grado di cottura; non contenere sabbia con sali di soda o potassio, avere forma geometrica precisa ed infine un contenuto di solfati alcalini tali che il tenore di SO_3 sia (0,05%.

Per la terminologia, il sistema di classificazione, i limiti di accettazione ed i metodi di prova si farà riferimento alle norme UNI 8942/1/2/3. Saranno comunque ritenuti validi anche i riferimenti relativi a norme ritirate (N. R.) per quanto non diversamente stabilito dalla norma citata.

16.6.1.1 *Mattoni e blocchi per murature*

Dovranno corrispondere, per quanto riguarda categorie, requisiti e prove alla norma UNI 5623-65 della quale si riporta, di seguito, la tabella relativa alle resistenze di compressione.

Dovranno inoltre avere facce piene e spigoli regolari, essere esenti da screpolature, fessure e cavità, ed avere superfici atte alla adesione delle malte.

I mattoni da paramento dovranno presentare in modo particolare regolarità di forma, integrità superficiale e sufficiente uniformità di colore per l'intera partita; la categoria non dovrà essere inferiore alla 3^.

Tabella 16. **Categorie per tipi di laterizi - Resistenze di compressione**

T I P I		Categoria	Rottura a compressione (su laterizio asciutto) (Kgf/cm^2)
Mattoni forati (UNI 5967-67) Blocchi forati per Murature (UNI 5630-65)	da tamponamento	1	15
	portanti	2	25
		3	40
		4	60
		5	80
Mattoni pieni (UNI 5682-65) Mattoni semipieni (UNI 5629-65)	comuni	1	100
		2	150
	comuni e da paramento	3	250
		4	350
		5	450

16.6.1.2 *Blocchi cavi per murature (M1)*

I **blocchi di calcestruzzo** da impiegare nelle murature normali e tagliafuoco, fino a REI 120, avranno dimensioni modulari di cm 40x20 e spessori di cm 20 o 12 secondo le indicazioni di progetto.

I blocchi ed i relativi pezzi speciali dovranno essere prodotti da aziende certificate ISO 9002.

La resistenza meccanica dei blocchi, sia per murature normali che tagliafuoco, testata in conformità alle prescrizioni EN 772-1 dovrà risultare:

- Compressione media > 9,0 N/mm^2 I
- Compressione caratteristica > 7,0 N/mm^2
- Trazione media del cls > 3,0 N/mm^2

16.6.1.3 *Blocchi in calcestruzzo di argilla espansa (M2)*

I blocchi vengono prodotti con stampi che permettono la realizzazione di manufatti caratterizzati da dimensioni molto precise.

In generale i blocchi avranno dimensioni nominali di cm 50 (lunghezza), cm 20 (altezza) e cm 5, 8, 10, 12, 15, 20, 25, 30, 32, 35, 40 (spessore).

Le dimensioni effettive dei manufatti sono inferiori a quelle nominali, nei limiti indicati dalle norme italiane, per rispettare le esigenze modulari.

Tutti gli elementi possono avere tolleranza minime di fabbricazione sulle dimensioni effettive, tolleranze che si mantengono comunque sempre nell'ordine del millimetro, per quanto riguarda spessore e lunghezza e raggiungono al massimo 2 mm nel caso dell'altezza.

I blocchi sono confezionati con conglomerati cementizi di argilla espansa e inerte naturale, nei quali la curva granulometrica, il dosaggio del legante ed il grado di compattezza sono ottimizzati in modo da ottenere la massima resistenza meccanica in ogni classe di densità.

A seconda delle esigenze si possono usare impasti a struttura più aperta (tipo da intonaco) o a struttura più chiusa (tipo facciavista).

I blocchi da intonaco sono prodotti con un conglomerato cementizio a base di inerti naturali e argilla espansa la cui curva granulometrica varia da mm 0,5 a mm 8.

Devono avere densità comprese tra 650 kg/m^3 e 1400 kg/m^3.

I blocchi facciavista sono confezionati con un conglomerato cementizio a struttura più chiusa a base di inerti naturali e di argilla espansa.

La curva granulometrica varia da mm 0,5 a mm 4.

La densità varia da 1200 kg/m^3 a 1600 kg/m^3.

I blocchi facciavista sono resi idrorepellenti per cui a pressione atmosferica, pur lasciando traspirare la muratura, impediscono la penetrazione dell'acqua piovana sulla faccia opposta del blocco. Per rendere idrorepellente tutta la muratura bisogna additivare la malta di posa con idonei prodotti ed eseguire tutti gli accorgimenti costruttivi che verranno suggeriti più avanti.

16.7 Materiali ceramici

16.7.1 Grès

16.7.1.1 *Generalità*

Si classificano tra i grès i materiali ottenuti da miscele di caolino, argilla plastica, quarzo e feldspati, cotte a temperature di 1220 (1400°C, verniciate o meno. Le vernici saranno ottenute per vetrificazione di sali a base di piombo e feldspati. Colore della pasta: bianca e giallognola e rossa oppure colorata con ossidi metallici; colore dello smalto: bianco, oppure colorato a seconda dei sali impiegati.

I materiali di cui al presente titolo presenteranno elevata durezza (non inferiore al 7° posto, scala di Mohs), ottima impermeabilità e resistenza al gelo, inalterabilità agli acidi, resistenza a compressione non inferiore a 250 N/mm^2.

I controlli di cantiere accerteranno la forma e le dimensioni dei pezzi, la regolarità delle superfici e degli smalti, la sonorità, l'assenza di deformazioni di cottura, la durezza.

16.7.1.2 *Materiali di grès porcellanato*

Detto anche "fire-clay" il grès porcellanato, in accordo alla UNI 4542, dovrà essere composto da tre parti:

- anima: preparata con chamotte di argilla ed argilla refrattaria;
- ingobbo: costituito da caolino, quarzo e feldspato;
- vetrina: costituita da silico-alluminati di sodio, potassio, calcio ecc.

Il tutto sottoposto ad unica cottura a 1250 (1300°C in modo da ottenere una massa omogenea e vetrificata.

Al controllo di cantiere i manufatti dovranno risultare sonori alla percussione e con lo smalto privo di peli, cavillature, grumi e difetti in genere.

16.8 Vetri e cristalli

16.8.1 Generalità

I vetri ed i cristalli dovranno essere, per le richieste dimensioni, di un sol pezzo di spessore uniforme, di prima qualità, perfettamente incolori, trasparenti, privi di scorie bolle, soffiature, ondulazioni, nodi, opacità lentigginose, macchie e qualsiasi altro difetto.

Dovranno rispondere inoltre alle prescrizioni delle seguenti norme di unificazione:

- UNI 5832-72 Vetro piano - Termini e definizione.
- UNI 6123-75 Vetri piani - Vetri greggi.
- UNI 6486-75 Vetri piani - Vetri lucidi tirati.
- UNI 6487-75 Vetri piani - Cristalli lustri (lustrati e float).
- UNI 7142-72 Vetri piani - Vetri temperati per edilizia ed arredamento.
- UNI 7171-73 Vetri piani - Vetri uniti al perimetro.
- UNI 7172-73 Vetri piani - Vetri stratificati per edilizia ed arredamento.
- UNI 9186-87 Vetri piani - Vetri stratificati per edilizia ed arredamento con prestazioni antivandalismo ed anticrimine.
- UNI 7697-07 Criteri di sicurezza nelle applicazioni vetrarie.
- UNI EN 12150 Vetro per edilizia- vetro di silicato sodio calcico di sicurezza temprato termicamente.
- UNI EN 12337 Vetro per edilizia- vetro di silicato sodio calcico di sicurezza indurito chimicamente.
- UNI EN 12600 Vetro per edilizia- prova del pendolo- Metodo della prova di impatto e classificazione per il vetro piano.
- UNI EN 13541 Vetro per edilizia- vetro di sicurezza- Prove e classificazione della resistenza alla pressione causata da esplosioni.

- UNI EN 14179 Vetro per edilizia- vetro di sicurezza di silicato sodio calcico temprato termicamente e sottoposto a “heat soak test”.
- UNI EN ISO 12543-1 Vetro per edilizia- vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza
- Parte 1: definizioni e descrizione delle parti componenti.
- UNI EN ISO 12543-2 Vetro per edilizia- vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza
- Parte 2: vetro stratificato di sicurezza.
- UNI EN ISO 12543-4 Vetro per edilizia- vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza
- Parte 4: metodi di prova per la durabilità.
- UNI EN ISO 12543-5 Vetro per edilizia- vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza
- Parte 5: dimensioni e finitura dei bordi.
- UNI EN ISO 12543-6 Vetro per edilizia- vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza
- Parte 6: aspetto.

16.8.2 Vetri piani e curvi semplici e stratificati

In questa sezione vengono descritte le superfici vetrate secondo le indicazioni di progetto.

Per i vetri lucidi tirati la normativa considera una scelta corrente (per vetrazioni in opere edilizie e per usi diversi, in tutta la gamma di spessori) ed una scelta selezionata (per vetrazioni pregiate, negli spessori nominali di 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12 mm).

Lo spessore di una lastra sarà quello di risultante dalla media aritmetica degli spessori, misurati al centro dei quattro lati; in ogni caso il minimo ed il massimo spessore dovranno risultare compresi nelle tolleranze.

Gli spessori nominali ed i relativi limiti saranno conformi ai valori nella seguente tabella:

Tabella 17. **Lastre di vetro lucido - Spessori nominali e relativi limiti**

DENOMINAZIONE	Spessore nominale mm	Spessore limite mm	Spessore limite max
Sottile	2	1,8	2,2
Normale	3	2,8	3,2
Forte	4	3,7	4,3
Spesso 5-6-8	5-6-8	4,7-5,7-7,6	5,3-6,3-8,4
Ultraspesso 10-12-15-19	10-12-15-19	9,5-11,4-11,0-18,0	10,5-12,6-16,0-20,0

Termini equivalenti (di cui si sconsiglia l'impiego): vetro semplice, semidoppio, doppio, mezzo cristallo, ultraforte.

Per la fornitura, le lastre dovranno essere di scelta selezionata con i limiti di tolleranza fissati al punto 5.2 della UNI 6486-75.

Per cristalli lustri si intenderanno dei vetri piani colati e laminati, di speciale composizione ed affinaggio, con entrambe le facce rese, mediante trattamento appropriato, praticamente piane, parallele e lustre.

Le lastre di cristallo avranno tolleranze di taglio contenute nel prospetto di cui al punto 4.2.2 della UNI 6487-75. Per la relativa idoneità si farà riferimento al punto 9 della stessa norma; campionamento ed accettazione dovranno rispondere inoltre alle indicazioni di cui al punto 10.

Gli spessori normali ed i relativi limiti saranno infine conformi ai valori riportati nella seguente tabella:

Tabella 18. **Lastre di cristallo lustro - Spessori nominali e relativi limiti**

DENOMINAZIONE	Spessore nominale mm.	Spessore limite min. mm	Spessore limite max mm
Extrasottile 2-3	2-3	1,8-2,8	2,2-3,2
Sottile	4	3,8	4,2
Normale 5-6	5-6	4,8-5,8	5,2-6,2
Forte	8	7,7	8,3
Spesso	10	9,7	10,2
Extraspesso 12-15-19	12-15-19	11,7-14,5-18	12,3-15,5-20

Per vetri greggi si intenderanno dei vetri piani colati e laminati le cui facce non avranno subito alcuna lavorazione successiva, una o entrambe le facce essendo impresse con disegni o motivi ornamentali individuati da nomi e/o da numeri; ove tali vetri abbiano particolare composizione ed affinaggio, saranno meglio definiti come cristalli greggi.

Il vetro greggio dovrà essere esente da inclusioni opache di dimensioni o ubicazioni tali da agevolare la rottura o nuocere esteticamente; dovrà altresì essere esente da crepe, da planeità imperfetta, da difetti di disegno e da efflorescenza o iridescenza.

L'eventuale armatura dovrà essere pulita, non deformata né smagliata e non dovrà affiorare in superficie.

Gli spessori nominali ed i relativi limiti saranno conformi ai valori riportati nelle seguenti tabelle:

Tabella 19. **Vetri e cristalli greggi - Vetri stampati - Spessori nominali e relativi limiti**

Spessore nom.le	Spessori limite (mm)								Denominazione commerciale
	Vetri rigati		Vetri profondi		Vetri fini		Vetri correnti		
mm	min	max	min	max	min	max	min	max	
4	3,5	4,4	3,5	4,4	3,3	4,3	3,5	4,4	Cattedrale, stampanti vari, giardiniere, martellato
5	4,5	5,4	4,5	5,4	4,5	5,4	4,5	5,4	Rigato, martellato, stampati vari
6	5,5	6,4	5,5	6,4	5,5	6,4	5,5	6,4	Rigato, martellato, stampanti vari
8	7,5	8,8	7,5	8,8	7,5	8,8	7,5	8,8	Rigato, martellato stampanti vari, cristallo greggio
10	9,2	10,8	9,2	10,8	9,2	10,8	9,2	10,8	Rigato, martellato stampanti vari, cristallo greggio
12	11,0	12,9	11,0	12,9	11,0	12,9	11,0	12,9	Rigato, martellato stampanti vari, cristallo greggio
15	13,0	16,9	13,0	16,9	13,0	16,9	13,0	16,9	Rigato, martellato stampanti vari, cristallo greggio
19	17,0	22,0	17,0	22,0	17,0	22,0	17,0	22,0	Rigato, martellato stampanti vari, cristallo greggio

In ogni caso i vetri ed i cristalli piani temperati dovranno essere contrassegnati con marchi indelebili che ne garantiscano la provenienza.

I vetri stratificati saranno costituiti da due lastre (float) di vetro temperato piano/curvo di spessore 8 + 8 mm, saldate per l'intera superficie, con HST e con interposto PVB; dovranno presentarsi perfettamente trasparenti ed inoltre stabili alla luce, all'invecchiamento ed agli agenti atmosferici.

Per quanto riguarda le vetrate REI, esse saranno costituite da un numero adeguato – in funzione della resistenza richiesta variabile da REI 30 a REI 120 - di fogli di cristallo temperati con interposti gel intumescenti. Il sistema dovrà essere certificato dalla ditta fornitrice che dovrà esibire, in originale, certificazione delle prove di laboratorio.

Per le tolleranze sugli spessori, dimensionali e di forma si rimanda ai punti 5.2 e 5.3 della UNI 7172-73.

I vetri opalescenti saranno composti da paste vetrose di diversi e variegati colori, utilizzati per le vetrate.

I vetri uniti al perimetro saranno costituiti da pannelli prefabbricati formati con due o più lastre accoppiate (a mezzo di giunto metallico saldato o con adesivi e sigillanti) fra le quali è racchiusa aria o gas disidratati, dovranno presentare giunto d'accoppiamento assoluto ermetico e di conseguenza nessuna traccia di polvere o di condensa sulle superfici interne dei cristalli.

Per i pannelli potranno essere richieste le prove del punto di rugiada iniziale, della tenuta stagna iniziale e dell'appannamento in conformità alla normativa di cui al punto 7 della UNI 7171-82.

I pannelli dovranno essere garantiti dalla Ditta produttrice per non meno di dieci anni dalla data di collocazione.

16.9 Prodotti per tinteggiatura - pitture - vernici - smalti

16.9.1 Generalità

Tutti i prodotti in argomento dovranno essere forniti in cantiere in recipienti originali sigillati, di marca qualificata, recanti il nome della Ditta produttrice, il tipo e la qualità del prodotto, le modalità di conservazione e di uso, e l'eventuale data di scadenza.

I recipienti, da aprire solo al momento dell'impiego in presenza di un assistente della Direzione, non dovranno presentare materiali con pigmenti irreversibilmente sedimentati, galleggiamenti non dispersibili, pelli, addensamenti, galatinizzazioni o degradazioni di qualunque genere.

Salvo diversa prescrizione, tutti i prodotti dovranno risultare pronti all'uso, non essendo consentita alcuna diluizione con solventi o diluenti, tranne che nei casi previsti dalle Ditte produttrici e con i prodotti e nei rapporti dalle stesse indicati. Risulta in conseguenza assolutamente vietato preparare pitture e vernici in cantiere, salvo le deroghe di cui alle norme di esecuzione.

Per quanto riguarda proprietà e metodi di prova dei materiali si farà riferimento alla UNI 4715 ed alle norme UNICHIM. In ogni caso saranno presi in considerazione solo prodotti di ottima qualità, di idonee e costanti caratteristiche, per i quali potrà peraltro venire richiesto che siano corredati del "Marchio di Qualità Controllata" rilasciato dall'Istituto Italiano del Colore (I.I.C.).

16.9.2 Materie prime e prodotti vari di base

16.9.2.1 *Metodi di campionamento*

Dovranno essere conformi ai metodi unificati di cui al Foglio di Norme (F.N.) UNICHIM 74-1969.

16.9.2.2 *Pigmenti e pigmenti riempitivi (cariche)*

Dovranno rispondere, per caratteristiche e metodi di prova, alle norme UNICHIM di pari oggetto ed in particolare:

1. Bianco Meudon (biancone): Dovrà provenire da macinazione finissima e successiva levigazione di carbonato di calcio ad alto titolo (98%) e presentare alcalinità massima, espressa in mg/g di NaOH, dello 0,5%.

La prova sarà perfettamente bianca, esente da impurità e non dovrà contenere umidità o altri prodotti volatili in misura superiore all'1%.

2. Litopone: Costituito da solfuro di zinco e da solfato di bario in co-precipitato calcinato, dovrà presentarsi come polvere finissima, bianca e dovrà corrispondere, per qualità e tolleranze, alle caratteristiche di cui al "Litopone 30%", punto 3 del F.N. UNICHIM 69-1969.

Nei prodotti verniciati, ove consentito, sarà impiegato solo per le applicazioni in interno e in percentuale non superiore al 15% del totale dei pigmenti.

3. Ossido di zinco: Detto anche "bianco zinco", dovrà presentarsi in polvere finissima, bianca e fresca al tatto; corrispondente almeno al tipo II di cui al F.N. UNICHIM 70-1969, sarà esente da sofisticazioni con talco, gesso, amido, biacca ecc. e non dovrà avere tenore di piombo superiore al 3%, umidità e materie volatili superiori allo 0,3%, perdita per riscaldamento e materiali solubili in acqua superiori all'1%; il residuo secco, allo staccio 0,04 UNI 2332, non dovrà infine superare l'1%. Nell'impiego, il bianco di zinco non potrà essere usato con prodotti contenenti leganti con indice di acidità elevato.
4. Diossido di titanio: Detto anche "bianco titanio" potrà essere di tipo A (anatasio) o di tipo R (rutilo), differendo i due tipi per struttura cristallina e densità relativa (rispettivamente 3,9 e 4,2). Il pigmento corrisponderà, per caratteristiche e tolleranze, al punto 3 del F.N. UNICHIM 71-1969, avrà tenore min. del 90%, materie volatili a 105°C non superiori allo 0,75%, materie solubili in acqua non superiori a superiori allo 0,5%. Per le applicazioni esterne dovrà essere impiegato esclusivamente il tipo rutilo. Sarà vietato, in ogni caso, l'uso di bianco titanio tagliato con solfato di calcio (tipo L).
5. Minio di piombo: Costituito da ortopiombato e protossido di piombo (in percentuale totale non inferiore al 99%), dovrà presentarsi come polvere finissima, impalpabile, pesante, di colore rosso brillante o rosso arancione; corrisponderà alle caratteristiche del "minio a contenuto elevato in ortopiombato" di cui al punto 3 del F.N. UNICHIM 71-1969, avrà sostanze volatili a 105°C e sostanze solubili in acqua non superiori allo 0,3% e sarà assolutamente esente da sofisticazioni. Il minio sarà solubile, oltre che in acqua, anche in acido cloridrico diluito mentre presenterà completa solubilità in ebollizione con acqua zuccherata leggermente acidula (HNO_3)
6. Biacca: A norma dell'art.1 della Legge 19 luglio 1961, n.706 l'uso del carbonato di piombo e di qualsiasi pigmento contenente detti prodotti sarà assolutamente vietato.
7. Coloranti: Dovranno essere di natura minerale, cioè formati da ossidi o da sali metallici, sia naturali che artificiali, opportunamente lavorati così da ottenere la massima omogeneità e finezza del prodotto. Avranno ottimo potere coprente, resistenza alla luce e perfetta incorporabilità.

Per le pitture ad olio i pigmenti coloranti saranno, di norma, approvvigionati in pasta.

16.9.2.3 *Resine e leganti - Solventi e diluenti*

Potranno essere di tipo naturale o sintetico, secondo i casi. Le relative caratteristiche saranno accertate con le determinazioni ed i metodi di prova UNICHIM di cui all'argomento 52. (Resine e leganti per pitture e vernici) ed al Foglio di Informazioni (I.U.) UNICHIM 1-1972 (Solventi di origine minerali per prodotti verniciati).

Con riguardo poi ai prodotti di più comune impiego, si osserveranno le seguenti prescrizioni:

1. Olio di lino cotto: Sarà ben depurato, di colore assai chiaro e perfettamente limpido, di odore forte e di gusto amaro, scevro da alterazioni con olio minerale, olio di pesce, ecc; non dovrà lasciare depositi né essere rancido; disteso su lastra di vetro in ambiente riparato a 15÷20°C, tanto da solo che con 4 parti di minio di piombo, dovrà essiccare lentamente, nel tempo di 18÷26 ore, formando pellicole lisce, dure ed elastiche.

L'olio inoltre avrà massa volumica a 15°C compresa tra 0,93÷0,94 Kg/dm^3, numero di acidità inferiore a 5, numero di iodio non inferiore a 160, impurità non superiore all'1%, reazione Morawski negativa.

2. Acquaragia: Potrà essere vegetale (essenza di trementina) o minerale.

La prima, prodotta per distillazione delle resine di pino, dovrà essere scevra di sostanze estranee nonché limpida, incolore, di odore gradevole e volatilissima. Avrà massa volumica a 15°C di 0,87 (10% Kg/dm^3, contenuto in aromatici del 15÷20% in volume, acidità nulla, saggio al piombito negativo.

Sarà impiegata come diluente per prodotti vernicianti a base di resine naturali od alchidiche, modificate con oli essiccativi, ad alto contenuto di olio.

3. Colla: Da usarsi per la preparazione delle tinte a colla e per fissativo, dovrà essere a base di acetato di polivinile o cellulosica, in rapporto agli impieghi.

Non sarà comunque consentito l'uso della cosiddetta "colla forte".

16.9.2.4 *Prodotti vari di base*

1. Turapori: Saranno trasparenti o pigmentati in rapporto alla qualità dei materiali legnosi da trattare; altresì saranno compatibili con i prodotti vernicianti da impiegare.
2. Stucco sintetico a spatola: Costituito mediamente dall'80% di pigmento e dal 20% di veicolo (resine alchidiche e solventi), dovrà essere omogeneo, di consistenza burrosa, esente da grumosità e di facile applicazione. Presenterà inoltre residuo secco minimo dell'85% ed applicato in prova su lastra di acciaio nello spessore dell'applicazione, esente da screpolature e perfettamente pomiciabile.
3. Carbolineo: Costituito da olio di catrame, in miscela con percentuali idonee di acido fenico e creosoto, dovrà risultare non emulsionabile in acqua e con densità di 1,2 (1,4.

16.9.3 Pitture

16.9.3.1 *Generalità*

Ai fini della presente normativa verranno definiti come tali tutti i prodotti verniciati non classificabili tra le idropitture di cui al precedente punto né tra le vernici trasparenti e gli smalti.

Di norma saranno costituite da un legante, da un solvente (ed eventuale diluente per regolarne la consistenza) e da un pigmento (corpo opacizzante e colorante); il complesso legante + solvente, costituente la fase continua liquida della pittura, verrà definito, con termine già in precedenza adoperato, veicolo.

Il meccanismo predominante nell'essiccamento potrà consistere nell'evaporazione del solvente, in una ossidazione, in particolari reazioni chimiche e trasformazioni organiche (policondensazione, polimerizzazioni, copolimerizzazioni), catalizzate o meno, ed in alcuni casi anche nella combinazione di tali processi.

Con riguardo alla normativa, si farà riferimento oltre che alla UNI 4715 precedentemente richiamata, anche alle UNICHIM di argomento 53/57 (Prodotti verniciati - Metodi generali di prova) ed in particolare alle seguenti norme:

- F.N. 29-1969 Campionamento di prodotti verniciati

- F.N. 30-1969 Esame preliminare e preparazione per il collaudo dei prodotti vernicianti
- F.N. 31-1969 Pannelli normalizzati per il collaudo dei prodotti vernicianti
- F.N. 32-1969 Atmosfera normale di condizionamento dei prodotti vernicianti
- M.U. 187 Stendifilm a spessore controllato per l'applicazione di pitture e vernici
- M.U. 169 Misura dello spessore di pellicola dei prodotti vernicia

16.9.3.2 *Pitture opache di fondo*

Saranno comprese dal 60 (70% di pigmento (diossido di titanio rutilio in misura non inferiore al 50%) e dal 40 (30% di veicolo (in massa). Il legante sarà di norma costituito da una resina alchidica modificata ed interverrà in misura non inferiore al 50% del veicolo.

Le pitture presenteranno massa volumica di 1.50 (1,80 Kg/dm^3, adesività 0%, durezza 24 Sward Rocker, essiccazione f.p. di 2 (3 ore, residuo secco min. del 68%.

16.9.3.3 *Pitture antiruggine ed anticorrosive*

Saranno rapportate al tipo di materiale da proteggere, al grado di protezione, alle modalità d'impiego, al tipo di finitura nonché alle condizioni ambientali nelle quali dovranno esplicare la loro azione protettiva.

Con riguardo comunque alle pitture di più comune impiego, si prescrive:

1. Antiruggine ad olio al minio di piombo: Dovrà corrispondere alle caratteristiche di cui al punto 4.1 del Manuale UNICHIM 43 e dare, in prova, i seguenti risultati: densità 2,80 (3,40, finezza di macinazione 20 (40 micron, essiccazione f.p. max 6 ore, essiccazione max 72 ore.

La pittura sarà preparata con l'80% min. di pigmento, il 13% min. di legante ed il 5% max di solvente.

Il pigmento sarà composto da non meno del 60% di minio al 32,5% PbO_2 e da non oltre il 40% di barite, silicati di Mg, di Al, grafite ed ossidi di ferro: il legante dal 100% di olio di lino cotto, pressoché esente da acidità ed assolutamente esente da colofonia; il solvente, infine, da almeno l'80% di idrocarburi distillati oltre 150°C.

2. Antiruggine oleosintetica al minio di piombo: Dovrà corrispondere alle caratteristiche di cui al punto 4.2 del Manuale UNICHIM 43 e dare, in prova, i seguenti risultati: densità 2,10 (2,40, finezza di macinazione 30 (40 micron, essiccazione all'aria max. 16 ore.

La pittura sarà preparata con il 70% min. di pigmento, il 15% min. di legante ed i 15% max. di solvente.

Il pigmento ed il solvente saranno composti come alla precedente lett. a); il legante sarà costituito da resina alchidica lungolio modificata con olii e standoli, con un contenuto in olio min. del 70%.

3. Antiruggine al cromato di piombo: Dovrà corrispondere alle caratteristiche di cui al punto 4.3 del Manuale UNICHIM 43 e dare, in prova, i seguenti risultati: densità 2,10 (2,40, finezza di macinazione 20 (40 micron, essiccazione all'aria max 16 ore.

La pittura sarà preparata con il 54 (58% di pigmento, il 19% min. di legante, il 23% max di solvente.

Il pigmento sarà composto dal 50% min. di cromato basico di piombo; il legante da resina alchidica lungolio al 100% con contenuto in olio del 63%.

Per i rivestimenti protettivi delle superfici zincate, non dovranno in alcun caso venire impiegati pigmenti alla minio o cromato di piombo, risultando questi catodici rispetto allo zinco.

4. Anticorrosiva al cromato di zinco: Dovrà corrispondere alle caratteristiche di cui al punto 4.4 del Manuale UNICHIM 43 e dare, in prova, i seguenti risultati: densità 1,35 (1,48, finezza di macinazione 30 (40 micron, essiccazione all'aria max 16 ore.

La pittura sarà preparata con il 46 (52% di pigmento, il 22 (25% di legante ed il 32% max di solvente.

Il pigmento sarà composto dal 50% min. di cromato di zinco; il legante da resina alchidica lungolio al 100%.

5. Antiruggine all'ossido di ferro: Se prescritta o ammessa dalla Direzione Lavori, dovrà corrispondere alle caratteristiche di cui al punto 4.5 del Manuale UNICHIM 43.

Nella tabella che segue si riportano, in linea comparativa, i valori di alcune caratteristiche cui dovranno ulteriormente soddisfare i prodotti in precedenza descritti.

PITTURE ANTIRUGGINE ED ANTICORROSIVE	Resa m^2	Spess. relativo micron	Resistenza a:		
			Quadrettatura (distacco)	Imbutitura (profond.) mm	Nebbia salina ore
Minio di piombo ad olio	4	45	0	5	100
Minio di piombo oleosintetico	4	45	0	5	100
Cromato di piombo	5	40	0	5	150
Cromato di zinco	7	33	0	6	150
Ossido di ferro	8	33	0	6	100

16.9.3.4 *Pitture murali a base di resine plastiche*

Avranno come leganti resine sintetiche di elevato pregio (polimeri clorovinilici, acrilici, copolimeri acrilvini-toluenici, butadienici-stirenici, ecc. sciolti di norma in solventi organici alifatici) e come corpo pigmenti di qualità, ossidi coloranti ed additivi vari.

Le pitture presenteranno ottima resistenza agli alcali ed agli agenti atmosferici, autolavabilità, proprietà di respirazione e di repellenza all'acqua, perfetta adesione anche su superfici sfarinanti, adeguata resistenza alle muffe, alle macchie ed alla scolorazione, facilità d'applicazione e rapida essiccazione.

16.9.4 Vernici

Saranno perfettamente trasparenti e derivate da resine o gomma naturali di piante esotiche (flatting grasse e fini) o da resine sintetiche, escludendosi in ogni l'impiego di gomme prodotte da distillazione.

Le vernici trasparenti dovranno formare una pellicola dura ed elastica, di brillantezza cristallina e resistenza all'azione degli oli lubrificanti e della benzina.

In termini quantitativi presenteranno adesività 0%, durezza 24 Sward Rocker, essiccazione f.p. 4 (6 ore, resistenza all'imbutitura per deformazioni fino ad 8 mm. (prova F.M. UNICHIM 40-1969).

Le vernici sintetiche e quelle speciali (ferromicacee, acriliche, clorovinilliche, epossidiche, catalizzate poliesteri, poliuretaniche, al clorocaucciù, ecc.) saranno approvvigionate nelle loro confezioni sigillate o corrisponderanno perfettamente alle caratteristiche d'impiego e di qualità richieste.

Caratteristiche comuni saranno comunque l'ottima adesività, l'uniforme applicabilità, l'assoluta essenza di grumi, la rapidità d'essiccazione, la resistenza all'abrasione ed alle macchie nonché l'inalterabilità all'acqua ed agli agenti atmosferici in generale.

Con riguardo alla metodologia di prova dovrà ancora essere riportata la seguente normativa UNICHIM:

- F.N. 38-1969 Prodotti verniciati. Prova di piegatura su mandrino cilindrico.
- F.N. 40-1969 Prodotti verniciati. Determinazione della resistenza all'imbutitura.
- F.N. 39-1969 Prodotti verniciati. Determinazione della resistenza alla scalfittura.
- F.N. 101-1971 Prodotti verniciati. Resistenza all'umidità. Metodo mediante immersione.
- F.N. 156-1971 Pitture e vernici. Determinazione della resistenza ai liquidi.

16.10 Materiali per impermeabilizzazioni

16.10.1 Catrame

Ottenuto per distillazione del carbon fossile, in assenza di aria, dovrà rispettare le "Norme per l'accettazione dei catrami per usi stradali" di cui al Fascicolo n.1 - CNR, diffuso con Circolare del Ministero LL.PP. 21 gennaio 1952, n.179.

16.10.2 Bitumi liquidi

Dovranno soddisfare le norme di cui al Fascicolo n.7 - CNR diffuso con Circolare Ministero LL.PP. 30 settembre 1957, n.2759.

16.10.3 Emulsioni bituminose

Classificate in base al contenuto di bitume puro ed alla velocità di rottura, dovranno soddisfare le norme di cui al Fascicolo n.3/1985 - CNR, diffuso con Circolare Ministero LL.PP. 2 aprile 1959, n.842.

All'atto dell'impiego la Direzione dovrà accertare che nei fusti di emulsione, per cause diverse, non sia avvenuta una separazione dei componenti che non sia riemulsionabile per agitazione; in tal caso e se dopo sbattimento si presentassero ancora dei grumi, l'emulsione dovrà essere scartata.

16.10.4 Asfalto

Costituito da carbonato di calcio impregnato di bitume, dovrà essere naturale e provenire dalle più reputate miniere. L'asfalto sarà in piani, omogeneo, compatto, di grana fine e di tinta bruna.

16.10.5 Mastice di asfalto

Preparato con polveri di rocce asfaltiche e bitume, con miscelazione a caldo, sarà fornito in pani di colore bruno castano, compatti, omogenei, di tenacità e consistenza elastica, privi di odori di catrame.

Il mastice dovrà rispondere, per designazione e caratteristiche, alla normativa UNI 4377; prove e determinazioni verranno effettuate con le modalità UNI da 4379 a 4385.

Per la fornitura, il mastice dovrà essere del tipo A UNI 4377 (contenuto solubile in solfuro di carbonio 14 ÷ 16%). Non sarà consentito l'uso di mastice di asfalto sintetico.

16.10.6 Vernici per trattamento di pareti in c.a. (realizzazione di barriera al vapore)

Barriera al vapore ed all'umidità per pareti in c.a., costituita da doppio strato a base di sostanze epossidiche applicata con pennello o rullo, previo trattamento di pulizia tramite accurato idrolavaggio delle superfici.

16.11 Pavimenti

La posa dei pavimenti di qualsiasi tipo o genere dovrà venire eseguita in modo che le superfici risultino perfettamente piane ed osservando scrupolosamente le disposizioni che, di volta in volta, saranno impartite dalla Direzione Lavori.

I singoli elementi dovranno combaciare esattamente tra di loro, dovranno risultare perfettamente fissati al sottostrato e non dovrà verificarsi, nelle connessure di contatto, la benché minima ineguaglianza, le fessure dovranno essere pressoché invisibili e la loro linea perfettamente diritta.

I pavimenti si addentreranno per 15 mm entro l'intonaco delle pareti, che sarà tirato verticalmente sino all'estradosso degli stessi, evitandosi quindi ogni raccordo o guscio.

L'orizzontalità dovrà essere sempre scrupolosamente curata e controllata mediante livella; non saranno inoltre ammesse ondulazioni superiori a 2 mm, misurate con l'apposizione a pavimento di un regolo di 2 m di lunghezza.

Tutti i pavimenti dovranno risultare di colori uniformi secondo le tinte e le qualità prescritte e privi di qualunque macchia o difetto per tutta la loro estensione.

Saranno quindi a carico dell'Appaltatore gli oneri per la spianatura, la levigatura, la pulizia e la conservazione dei pavimenti che dovessero richiedere tali operazioni.

E' fatto espresso divieto di disporre tavole per il passaggio di operai e di materiali su pavimenti appena gettati o posati; l'Appaltatore sarà tenuto a disporre efficienti sbarramenti per vietare tale passaggio per tutto il tempo necessario alla stabilizzazione del pavimento.

Resta comunque stabilito che, ove i pavimenti risultassero in tutto o in parte danneggiati per il passaggio abusivo di persone o per altre cause, l'Appaltatore dovrà a sua cura e spese rimuovere e successivamente ricostruire le parti danneggiate.

I materiali e i manufatti di cui saranno composti i pavimenti dovranno essere conformi alle caratteristiche e norme già indicate nei rispettivi articoli; l'Appaltatore avrà l'obbligo di presentare alla Direzione i campioni dei pavimenti prescritti, per la preventiva accettazione.

La posa in opera delle pavimentazioni comprende la fornitura e posa in opera dei giunti e dei coprigiunti in materiale plastico o metallico, completamente compensati nell'appalto a base di gara. I giunti divideranno le aree pavimentate in campi di superficie non superiore a 20 mq.

Qualora la fornitura del materiale di pavimentazione fosse totalmente o parzialmente scorporata l'Appaltatore, se richiesto avrà inoltre l'obbligo di provvedere alla relativa posa in opera al prezzo di contratto indicato e di eseguire il sottofondo secondo le disposizioni che saranno impartite dalla Direzione stessa; si richiamano peraltro, in proposito, gli Oneri riportati all'apposito punto del presente Capitolato.

16.11.1 Sottofondi

Il piano destinato alla posa dei pavimenti di qualunque tipo dovrà essere opportunamente spianato mediante un sottofondo, in modo che la superficie di posa risulti regolare e parallela a quella del pavimento da eseguire e alla profondità necessaria, tenuto conto dello spessore degli elementi da impiegare e della quota del pavimento finito.

Il sottofondo potrà essere costituito, secondo le prescrizioni della Direzione Lavori, da un massetto di calcestruzzo idraulico o cementizio normale o alleggerito (con inerti leggeri o cellulare), di spessore in ogni caso non inferiore a 3 cm, che dovrà essere gettato in opera a tempo debito per essere lasciato stagionare almeno 10 giorni. Valgono naturalmente le norme e le avvertenze di fornitura e posa in opera previste nel Prezzario della Regione Piemonte, tra i prezzari a base del computo a base del computo.

Dovrà ad ogni modo essere evitata la formazione di lesioni ricorrendo, se opportuno, all'uso di additivi antiritiro o procedendo, nel caso di notevoli estensioni, alla creazione di idonei giunti.

La profondità dei tagli dovrà essere superiore a 1/6 dello spessore complessivo della pavimentazione Prima della posa del pavimento, comunque, le lesioni eventualmente manifestatesi nel sottofondo saranno riempite e stuccate con un beverone di calce idraulica o di cemento, secondo i casi.

L'Appaltatore dovrà tenere conto, nella posa del sottofondo, delle pendenze minime necessarie per raccogliere l'acqua proveniente da perdite o lavaggio e convogliarla nei pozzetti di raccolta secondo i criteri previsti nei disegni di progetto. La responsabilità della realizzazione delle pendenze a regola d'arte è completamente a carico dell'Appaltatore e rientra tra quelle lavorazioni di dettaglio la cui perfetta definizione è possibile solo durante il corso della lavorazione, secondo i criteri di progetto. La mancata realizzazione delle pendenze a regola d'arte comporterà la rimozione della parte di pavimento non correttamente eseguita e la demolizione e rifacimento del sottofondo.

16.11.2 Pavimenti in GRÈS porcellanato

I pavimenti in grès fine porcellanato saranno realizzati con piastrelle di spessore 8-10 mm, pezzi speciali (battiscopa, raccordi, angoli, spigoli, gradoni spessorati, triangoli, listelli , tozzetti, ecc.) di grès fine, a sezione piena omogenea e greificata a tutto spessore.

Il composto sarà ottenuto da un impasto finissimo di argille pregiate, nazionali ed estere, con aggiunte di feldspati e caolini. Il prodotto sarà ottenuto per pressatura di impasto atomizzato con peso specifico di 450 kg/mc, alla temperatura di cottura di 1'250°C.

Le caratteristiche prestazionali delle piastrelle saranno le seguenti:

- percentuale di assorbimento d'acqua ≤ 0,05%;
- resistenza agli sbalzi di temperatura;
- resistenza dei colori alla luce ed ai raggi ultravioletti;
- resistenza alla flessione ≥ 50 N/mm^2;
- durezza scala Mohs ≥ 8;
- dilatazione termica lineare 0,0065 mm/m/K;
- resistenza agli acidi ed alle basi;
- resistenza al gelo - antigelivo;
- resistenza all'abrasione profonda - perdita di volume ≤ 130 mm^3;
- ininfiammabile;
- carico di rottura ≥ 50 N/mm^2;
- resistenza all'urto 0,20 kgm;
- coefficiente di attrito sulla superficie levigata e lucidata > 40 e < 60 (DM 236/89).

Tutti i locali con pavimentazione in grès devono essere dotati di zoccolino in grès.

L'operazione di sigillatura delle fughe, da effettuare con stucco epossidico, dovrà essere eseguita con attenzione, riempiendo le fughe singolarmente e limitando il contatto del prodotto con le superfici delle piastrelle.

Dopo la posa in opera dovrà essere effettuata la pulizia dell'intera superficie, con detergenti a base acida. Il pavimento pulito dovrà essere accuratamente protetto in caso di ulteriori lavori successivi alla sua posa.

Prima dell'utilizzo del pavimento, esso dovrà essere lavato con sapone neutro e risciacqui con acqua, seguiti da aspirazione.

Le norme di riferimento per la verifica delle prestazioni del pavimento saranno le seguenti:

- EN 99, EN 100, EN 101, EN 104, EN 103, EN 106, EN 202;
- DIN 51094, DIN 51090, DIN 18166.

Le tipologie di pavimenti in Gres utilizzati sono i seguenti:

- Pavimentazione in piastrelle di gres porcellanato, smaltato ed inassorbente posata con specifico collante, coeff. attrito dinamico > 0,4 dim. 30x60x1.4 cm (Atrio). (B3)
- Pavimentazione in piastrelle di gres fine porcellanato non smaltato e non assorbente, coeff. attrito dinamico > 0,4 dimensioni 30x60x2 cm, posata con specifico collante su massetto in conglomerato di cls (Banchina).(B1)

- Pavimentazione gradone scala di gres fine porcellanato non smaltato e non assorbente, posata con specifico collante, coeff. attrito dinamico > 0,4 dim. 30x60x2 cm. (B2)

16.11.3 Pavimentazione in WPC (B8_T3)

Pavimento galleggiante realizzato con profili plus in legno composito plasticWOOD, con sezione con femmina da 140x25 mm aventi un peso pari a circa 3,90 Kg/m.

Le doghe sono realizzate mediante estrusione con compound composito a base HDPE (highdensity polyethylene) miscelato con farina di legno, opportunamente additivato con sostanze anti UV, anti fungo ed anti alga nonché di lubrificanti e stabilizzanti di processo.

- Peso specifico 1,23 g/cm^3.
- Materiale con durezza Brinell HB media di 7 Kg/mm^2.
- Modulo di elasticità a flessione medio di 2.600 MPa.
- Percentuale di assorbimento d'acqua inferiore a 1% dopo 24 ore di immersione.
- Valori certificati attraverso idonea prova realizzata da laboratorio CATAS o equivalente accreditato.
- Materiale conforme a quanto previsto dal D.M. 203/2003 inerente gli acquisti di materiale riciclato da parte delle pubbliche amministrazioni.

Il sistema del pavimento galleggiante è completo di magatelli di appoggio in alluminio anodizzato realizzati con apposita sezione da 58x27 mm idonea per l'inserimento di clips di acciaio inox per il fissaggio senza viti a vista delle tavole stesse con fughe di larghezza a scelta di 2 o 6 mm.

Colore a scelta della DL tra quelli disponibili a catalogo.

Disegno di superficie "decking" con rigature longitudinali e bordi laterali, retro tavola con finitura "millerighe".

Finitura superficiale antiscivolo (R10/R11) realizzata mediante spazzolatura eseguita con denti metallici.

16.11.4 Pavimentazione flottante (portanza 10 KN/m^2) (B7)

Nei locali tecnologici si dovrà realizzare un pavimento sopraelevato con portanza 10.000 N/mq, classe di carico 5, coefficiente di sicurezza almeno 2, certificato e marcato CE secondo EN 12825 (tipo 5A21), in lastre autoportanti di materiale lapideo ad alta resistenza meccanica e durabilità (dim.60x60 cm sp. minimo 2 cm), finitura superficiale in PVC antistatico, disposte su sostegno in acciaio zincato con guarnizioni antirombo. La struttura dovrà essere adeguatamente rinforzata sia negli elementi verticali (colonnine) sia per l'introduzione di traversi orizzontali di resistenza elevata nelle due direzioni. La struttura base sarà composta da supporti e traverse completamente in acciaio zincato. Trattamento antipolvere della superficie sottostante.

I pavimenti dovranno soddisfare i requisiti minimi elencati di seguito.

- reazione al fuoco (secondo UNI EN 13501): del pannello modulare incombustibile Classe A1 (senza rivestimento di finitura) con rivestimento classe Bfl s1
- resistenza al fuoco: REI 30 (UNI EN 1366-6)
- resistenza elettrica: > 109 Ω
- attenuazione rumore aereo orizzontale: > 34dB
- attenuazione rumore al calpestio orizzontale: 22 dB
- densità: 700 kg/m^3
- flessione: 2,5 cm (classe A)
- fattore di sicurezza: 2

16.11.5 Pavimentazione in piastrelle ad alta compressione in cls (B6)

Pavimentazione in piastrelle ad alta compressione in conglomerato cementizio e graniglia di materiale antisdrucciolevole resistente all'usura e all'azione di olii ed acidi, di colore a scelta della DL, antisdrucciolevoli ad alta compressione idraulica. Lo spessore delle mattonelle sarà di 28 mm.

Piastrella ad uso industriale alla quale sono richieste elevate prestazioni di resistenza.

Il 1° strato di usura composto di granulati di quarzo, inerti nobili e selezionati, pigmenti Bayer e cemento ad alta resistenza nello spessore di 12/13 mm.

Il 2° strato è composto da sabbie silicee macinate e selezionate, e cemento ad alta resistenza nello spessore di 17/18 mm. Le piastrelle garantiscono risultati impareggiabili alle sollecitazioni meccaniche, agli urti e colpi, all'abrasione.

16.11.6 Pavimenti Tattili in gres porcellanato (B4)

Percorso tattilo-plantare con rilievi trapezoidali o semisferici equidistanti con altezza dei rilievi non inferiore a 3 mm e larghezza in accordo con la tabella 3 - "WT6" della CEN/TS 15209; con distanza tra i rilievi in accordo con la tabella 1 - "S9" della CEN/TS 1520 costruito in gres porcellanato di 1° scelta per esterni o interni; con superficie a vista non smaltata e di vari colori, completamente greificata secondo norma UNI EN ISO 10545, costituita da lastre di dimensioni pari a cm 30x40 e spessore variabile da 9 mm a 20 mm, integrato con TAG - RFG 134.2 Khz idonei alla realizzazione di percorsi intelligenti. La pavimentazione dovrà essere non geliva, resistente all'usura e all'abrasione e presentare un assorbimento d'acqua < 0,1%.

Forma e dimensioni			Proprietà fisiche e meccaniche		
Parametro	Risultato	Norma	Parametro	Risultato	Norma
Spessore nominale	mm 32 ± 2 mm	UNI EN 1339:2005 appendice C	Carico di rottura	> 4,6 kN	UNI EN 1339:2005 appendice F
Lunghezza	mm 300-400 ±2 mm	UNI EN 1339:2005 appendice C	Resistenza a flessione	> 7 MPa	UNI EN 1339:2005 appendice F

Massima differenza sulla diagonale	±2 mm	UNI EN 1339:2005 appendice C	Resistenza all'abrasione	23,5 mm	UNI EN 1339:2005 appendice G
Resistenza allo scivolamento		66 USRV		UNI EN 1339:2005 appendice I	
Resistenza al gelo/disgelo in presenza di Sali disgelanti		0,01		UNI EN 1339:2005 appendice D	

- Fascia gialla di sicurezza di tutte le banchine in lastre di cemento. Le lastre posate su letto di malta, dimensioni 30x40x3.3 cm, con sistema LVE (Loges Vet Evolution) comprensivo di TAG- RFID (Radio frequenti identification) da collocare sotto la pavimentazione ogni 60 cm.
- Percorsi tattili realizzati in gres porcellanato. Le piastrelle di gres dovranno avere dimensioni 30x40x1.4 cm e TAG - RFID (Radio frequenti identification) da collocare sotto la pavimentazione ogni 60 cm, per la formazione di percorso tattile LVE (Loges Vet Evolution) per disabili visivi. I percorsi dovranno prevedere i codici di direzione rettilinea, arresto/pericolo, pericolo valicabile, attenzione/servizio, incrocio a "+"o a "T", svolta obbligata a 90°.

16.12 Pareti e rivestimenti

16.12.1 Norme e prescrizioni generali

Su richiesta della D.L. l'Appaltatore, a sua cura e spese, dovrà consegnare prima dell'inizio dei lavori, alla D.L. stessa, una campionatura degli intonaci e dei rivestimenti, che permetta di accertare la qualità dei materiali.

Della consegna verrà redatto apposito verbale, firmato dal Dirigente dei lavori e dall'Appaltatore, nel quale dovranno essere descritti gli elementi costituenti la campionatura con l'indicazione delle corrispondenti voci di tariffa contrattuale che compenseranno i lavori e le forniture eseguite con materiali uguali a quelli campione. La campionatura sarà conservata negli uffici della D.L..

La D.L. ha facoltà di far eseguire sui campioni, a spese dell'Appaltatore, tutte le prove, che riterrà opportuno per accertare le qualità dei materiali, nonché prove nel corso dei lavori, sui materiali messi e da mettere in opera, per accertarne la conformità con quelli campione.

In sede di collaudo i materiali messi in opera verranno confrontati con quelli della campionatura.

I materiali con i quali verranno eseguiti i rivestimenti dovranno possedere i requisiti prescritti nel presente Capitolato o più generalmente richiesti dalla Direzione Lavori.

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 nelle due direzioni.

I contorni degli apparecchi sanitari, rubinetterie, mensole, ecc., dovranno essere disposti con elementi appositamente tagliati e predisposti a regola d'arte, senza incrinatura ne stuccature.

A lavoro ultimato i rivestimenti dovranno essere convenientemente lavati e puliti.

La fornitura e posa degli elementi di rivestimento previsti in appalto, oggetto delle specifiche voci descrittive di prezzo, si intendono comprensive di ogni onere per la fornitura, noleggio, montaggio e smontaggio di tutti i manufatti e opere provvisori e accessori necessari per consegnare le opere finite e realizzate a regola d'arte come da disegni di progetto. Noleggio, montaggio e smontaggio di impalcati, ponteggi (anche ponteggi speciali con sbalzi, passerelle, portici, sistemi di sospensione fissaggio e ritegno particolari) mezzi speciali di trasporto e sollevamento (muletti, bracci meccanici, tra battelli, …) sono completamente compensati attraverso le voci di prezzo previste in appalto. In particolare, il montaggio e smontaggio dei ponteggi e impalcati si intendono completamente compensati nelle voci di prezzo in appalto, senza distinzione per il livello di stazione in cui è previsto il montaggio e senza distinzione alcuna per la quota dal piano di appoggio alla quale l'impalcato o ponteggio deve essere montato. In nessun caso, come prescritto nel Capitolato Speciale, sarà consentito ingombrare la via di corsa con ponteggi o impalcati di qualunque genere. In nessun caso l'Appaltatore avrà diritto ad alcun compenso aggiuntivo per quanto sopra prescritto.

16.12.2 Rivestimento in grès ceramico porcellanato (V10)

Rivestimento di pareti interne, con piastrelle di grès ceramico porcellanato, spessore mm 8-10 da cm 30 x 60, superficie di tipo naturale.

La misurazione dei rivestimenti si sviluppa secondo le superfici effettivamente in vista. A lavoro ultimato la superficie dei rivestimenti deve risultare verticale, ed i rivestimenti privi di macchie di sorta e della benché minima ineguaglianza tra le connessure dei diversi elementi a contatto. Nei prezzi sono compresi la fornitura in opera di tutti i pezzi speciali inerenti ai singoli tipi di rivestimento, che vengono computati nelle misurazioni.

16.12.3 Facciata ventilata in HPL (V1-V5-V4-V6-V9)

Facciata ventilata in HPL è una controparete montata "a secco" su struttura metallica dedicata fissata alle pareti dell'edificio, in modo tale da creare una camera d'aria fra il paramento esterno e la parete portante in cui si instauri una ventilazione naturale.

16.12.3.1 *Pannelli di rivestimento in HPL*

Le caratteristiche dei laminati decorativi ad Alta Pressione (HPL - High Pressure Laminates), sono definiti dalle normative europee e internazionali per l'HPL, EN 438 e ISO 4586. Si tratta di pannelli ad alta densità (1,35 g/cm^3) di spessore non minore di 6 mm (± 1/4 in) per uso esterno, finiti e pronti per l'uso, che posseggono caratteristiche di elevate resistenza meccanica, fisica e chimica, facile lavorabilità e grande semplicità di manutenzione. I pannelli di HPL sono costituiti da diversi strati di materiale in fibra di cellulosa, impregnati con resine termoindurenti e quindi sottoposti all'azione combinata e simultanea di pressione (>7MPa) e calore (140/150°C) esercitata in speciali presse per un tempo determinato e variabile in funzione della tipologia di laminato. Il materiale prodotto è stabile, omogeneo, non poroso, ad alta densità, con caratteristiche fisiche e chimiche totalmente diverse da quelle delle sue componenti originali. Data la sua bassissima permeabilità, l'HPL costituisce una

barriera contro le possibili emissioni di formaldeide e altre sostanze volatili (VOC) provenienti dagli eventuali substrati in legno che riveste.

16.12.3.2 *Sottostruttura*

Il sistema, in lega di alluminio, è composto da staffe, montanti verticali a T e correnti orizzontali, ai quali vengono assicurate le lastre in laminato plastico per mezzo di graffe fissate in maniera occulta sul retro delle stesse.

La struttura è realizzata in profilato di alluminio estruso lega 6060 T6 con sezione di dimensione opportuna alla camera di ventilazione ed accessori in acciaio inox. La struttura è composta da profili verticali in alluminio con funzione di sostegno e disposti con passo pari alla lunghezza della lastra, fissati alla parete mediante staffe in alluminio opportunamente ancorate alla parete mediante tasselli meccanici. Le staffe di ancoraggio sono dotate di asole per permettere la compensazione dei fuoripiombo. Il sistema di aggancio che collega la lastra al montante verticale è realizzato in acciaio inox AISI 301 o alluminio 6060 T6 e viene fissato in modo da vincolare ogni lastra in quattro punti. Nelle zone di contatto fra le lastre la struttura viene interposto del neoprene per assorbire le vibrazioni. La struttura viene dimensionata per resistere ai carichi accidentali ed ai pesi propri e permettere la libera dilatazione in modo da evitare stati di coazione termica. Tutta la viteria è realizzata in acciaio inox A2.

16.12.4 Prescrizioni particolari per la realizzazione di fori e asole nei rivestimenti a parete

Il progetto impiantistico prevede l'alloggiamento di numerosi elementi impiantistici di dimensioni ridotte in fori o asole realizzate nelle superfici piane dei pannelli in pietra naturale o in cemento che rivestono le murature di alcuni locali tecnici presenti in stazione. L'Appaltatore, nell'eseguire tali rivestimenti, dovrà avere massima cura nell'esaminare attentamente il progetto impiantistico al fine di individuare con precisione ubicazione e dimensione di tali fori ed asole, garantendo il coordinamento tra i diversi fornitori di impianti e finiture e predisponendo per tempo tali asole e fori, la cui esecuzione è completamente a carico dell'Appaltatore. In particolare si evidenziano i fori e le asole necessarie per serrande tagliafuoco per la ventilazione di locali tecnici, pulsanti di emergenza, lettori di badges. Tali fori ed asole dovranno essere dotati di finitura di perimetro (cornice) in lamiera di acciaio verniciata che garantisca il risultato estetico in linea con il resto della stazione. Il progetto architettonico non riporta tali predisposizioni ma, attraverso la lettura del progetto impiantistico elettrico e meccanico l'Appaltatore è completamente informato degli oneri derivanti da questo tipo di finitura e non avrà nessun onere aggiuntivo a pretendere per la sua messa in opera.

16.13 Lavori da pittore e intonaci

16.13.1 Materiali - Terminologia - Preparazione delle superfici

I materiali da impiegare per l'esecuzione dei lavori in argomento dovranno corrispondere alle caratteristiche riportate dal presente Capitolato ed a quanto più' in particolare potrà specificare o prescrivere la Direzione Lavori.

Per la terminologia si farà riferimento al "Glossario delle Vernici" di cui al Manuale Unichim 26. Resta comunque inteso che con il termine di "verniciatura" si dovrà intendere il trattamento sia con vernici vere e proprie che con pitture e smalti.

Qualunque operazione di tinteggiatura o verniciatura dovrà essere preceduta da una conveniente ed accurata preparazione delle superficie precisamente da raschiature, scrostature, stuccature, levigature e lisciature con le modalità ed i sistemi più atti ad assicurare la perfetta riuscita del lavoro.

In particolare dovrà curarsi che le superfici si presentino perfettamente pulite e pertanto esenti da macchie di sostanze grasse od untuose, da ossidazioni, ruggine, scorie, calamina, ecc. Speciale riguardo dovrà aversi per le superfici da rivestire con vernici trasparenti.

16.13.2 Colori - Campionatura - Mani di verniciatura

La scelta dei colori è demandata al criterio insindacabile della Direzione Lavori.

L'appaltatore avrà l'obbligo di eseguire, nei luoghi e con le modalità che gli saranno prescritte, ed ancor prima di iniziare i lavori, i campioni delle varie finiture, sia per la scelta delle tinte che per il genere di esecuzione, e ripeterli eventualmente con le varianti richieste sino ad ottenere l'approvazione della stessa Direzione.

Le successive passate (mani) di pitture, vernici e smalti dovranno essere di tonalità diverse in modo che sia possibile, in qualunque momento, controllarne il numero.

Lo spessore delle varie mani di verniciatura dovrà risultare conforme a quanto particolarmente prescritto; tale spessore verrà attentamente controllato dalla Direzione Lavori con idonei strumenti e ciò sia nello strato umido che in quello secco. I controlli, ed i relativi risultati verranno verbalizzati in contraddittorio.

Le successive mani di pitture, vernici e smalti dovranno essere applicate, ove non sia prescritto un maggiore intervallo, a distanza non inferiore a 24 ore e sempreché la mano precedente risulti perfettamente essiccata.

Qualora per motivi di ordine diverso e comunque in linea eccezionale l'intervallo dovesse prolungarsi oltre i tempi previsti, si dovrà procedere, prima di riprendere i trattamenti di verniciatura, ad una accurata pulizia delle superfici interessate.

16.13.3 Preparazione dei prodotti

La miscelazione dei prodotti monocomponenti con i diluenti e dei bicomponenti con l'indurente ed il relativo diluente dovrà avvenire nei rapporti indicati dalla scheda tecnica del fornitore della pittura. Per i prodotti a due componenti sarà necessario controllare che l'impiego della miscela avvenga nei limiti di tempo previsti alla voce "Pot-life".

16.13.4 Umidità ed alcalinità delle superfici

Le opere ed i manufatti da sottoporre a trattamento di verniciatura dovranno essere asciutti sia in superficie che in profondità; il tenore di umidità, in ambiente al 65% di U.R. non dovrà superare il 3%, il 2% o l'1%, rispettivamente per l'intonaco di calce, di cemento (o calcestruzzo) o di gesso (od impasti a base di gesso), per il legno il 15% (riferito a legno secco).

Dovrà accertarsi ancora che il grado di alcalinità residua dei supporti sia a bassissima percentuale, viceversa si dovrà ricorrere all'uso di idonei prodotti onde rendere neutri i supporti stessi od a prodotti vernicianti particolarmente resistenti agli alcali.

16.13.5 Protezioni e precauzioni

Le operazioni di verniciatura non dovranno venire eseguite, di norma, con temperatura inferiori a 5°C o con U.R. superiore all'85% (per pitture monocomponenti, a filmazione fisica) e con temperature inferiori a 10°C ed U.R. superiore all'80% (per pitture bicomponenti, a filmazione chimica).

La temperatura ambiente non dovrà in ogni caso superare i 40°C, mentre la temperatura delle superfici dovrà sempre essere compresa fra 5 e 50°C.

L'applicazione dei prodotti vernicianti non dovrà venire effettuata su superfici umide; in esterno pertanto, salvo l'adozione di particolari ripari, le stesse operazioni saranno sospese con tempo piovoso, nebbioso od in presenza di vento.

In ogni caso le opere eseguite dovranno essere protette, fino a completo essiccamento in profondità, dalle correnti d'aria, dalla polvere, dall'acqua, dal sole e da ogni altra causa che possa costituire origine di danni o di degradazioni in genere.

L'Appaltatore dovrà adottare inoltre ogni precauzione e mezzo atti ad avvitare spruzzi, sbavature e macchie di pitture, vernici, ecc.) restando a carico dello stesso ogni lavoro e provvedimento necessari per l'eliminazione degli imbrattamenti, dei degradamenti, nonché degli eventuali danni apportati.

16.13.6 Obblighi e responsabilità dell'Appaltatore

La Direzione Lavori avrà la facoltà di modificare, in qualsiasi momento, le modalità esecutive delle varie lavorazioni; in questo caso il prezzo del lavoro subirà unicamente le variazioni corrispondenti alle modifiche introdotte, con esclusione di qualsiasi extracompenso.

La stessa Direzione avrà altresì la facoltà di ordinare, a cura e spese dell'Appaltatore, il rifacimento delle lavorazioni risultanti da esecuzione non soddisfacente e questo sia per difetto dei materiali impiegati, sia per non idonea preparazione delle superfici, per non corretta applicazione degli stessi, per mancanza di cautele o protezioni o per qualunque altra causa ascrivibile all'Appaltatore.

L'Appaltatore dovrà provvedere con immediatezza a tali rifacimenti, eliminando nel contempo eventuali danni conseguenti dei quali rimane, in ogni caso ed a tutti gli effetti, unico responsabile.

Le mani di pitture, vernici e smalti successive, dovranno essere applicate dopo che le mani precedenti risultino essiccate completamente, inoltre dovranno risultare di tonalità di colore diversa l'una dall'altra al fine di poter controllare il numero di applicazioni.

16.13.7 Disposizioni legislative

Nei lavori di verniciatura dovranno essere osservate le disposizioni antinfortunistiche vigenti ed in particolare quelle di cui alle Leggi 19 luglio 1961; n.706 e 5 marzo 1963, n.245 riportate dal presente Capitolato.

16.13.8 Preparazione delle superfici - Rasature

Le superfici da sottoporre a trattamenti di tinteggiatura e pitturazione, fermo restando quanto prescritto al punto 98.0.3, dovranno essere ultimate da non meno di 2 mesi, eventuali alcalinità residue potranno essere trattate con opportune soluzioni acide neutralizzanti date a pennello e successive spazzolature a distanza non inferiore a 24 ore.

Le superfici dovranno essere riportate a perfetto grado di uniformità e regolarità. Le punte di sabbia saranno asportate con regoletti di legno a rasare; eccezionalmente, ed ove si riscontri la presenza di graffiature, potrà venire adoperato carata abrasiva di grana grossa.

Per chiudere eventuali buchi o scalfitture in locali interni verrà adoperato gesso puro, con sabbia o stucco sintetico, avendo cura di battere la stuccatura con una spazzola onde uniformare la grana con il rimanente intonaco. Su pareti, esterne eventuali sigillature verranno effettuate con lo stesso tipo di intonaco o con stucco speciale per esterni (con assoluta esclusione di gesso) curando, nel caso di intonaco, di scarnire i punti di intervento onde migliorare la tenuta dei rappezzi.

Nel caso di intonaco civile ricoperto da vecchie pitturazioni si procederà preliminarmente alla spazzolatura o, se necessario, alla raschiatura od alla sabbiatura a fondo delle stesse fino a scoprire la parte viva e sana dell'intonaco.

Seguirà quindi un'energica spolveratura meccanica, con successivo lavaggio e sgrassaggio con detergenti onde eliminare ogni traccia di sporco, eventuali muffe ed eliminare ogni traccia di sporco, eventuali muffe ed efflorescenze di salnitro; si procederà dopo alle necessarie riprese e stuccature.

In ultimo verrà data una mano di imprimitura la quale, nel caso di tinteggiature a calce, sarà costituita con latte di calce diluito mentre, negli altri casi, da speciali appretti sintetici o da pitture ad olio come più avanti specificato.

La rasatura dell'intonaco civile interno, se prescritta ed a norma di quanto riportato nel presente Capitolato, sarà effettuata con impasto di solo gesso o di calce spenta e gesso nello stesso rapporto in peso; l'impasto comunque, qualora ammesso, potrà essere costituito anche dal 60% di gesso in polvere e dal 40% di calce idrata in polvere, purché la calce venga bagnata prima dell'uso e lasciata riposare il tempo prescritto dal produttore.

L'impasto, preparato in quantità sufficiente per l'immediato impiego, verrà spalmato in spessori non inferiori a 3 mm, successivamente lisciato e quindi rifinito con spatola a mano.

A lavoro ultimato la rasatura dovrà presentarsi lucida nonché' priva di ondulazioni od altri difetti. L'essiccamento prepitturazione dovrà avere una durata non inferiore a 8÷15 giorni, secondo la stagione e le condizioni meteorologiche.

La rasatura con stucco a colla verrà effettuata con stucchi preconfezionati, previa mano di ancoraggio con tinta ad olio di lino allungata ad altro tipo di appretto prescritto dalle Ditte fornitrici dello stucco. L'applicazione verrà fatta a due o più riprese intervallando dopo ogni ripresa, operazioni di carteggiatura o spolveratura eseguite su stucco completamente indurito.

Rasature speciali, con stucchi o intonaci a base di resine sintetiche od altri componenti di particolare formulazione, saranno effettuate nel rispetto delle superiori prescrizioni e di quelle più particolari fornite dalle Ditte produttrici. L'accettazione dei prodotti sarà comunque subordinata a prove e certificazioni di idoneità.

16.13.9 Intonaco di vermiculite

L'intonaco adottato è un prodotto speciale a base di vermiculite e leganti inorganici, resine ed additivi specifici tipo prenervometal o similari. Non contiene fibre. Adatto a risolvere tre importanti problemi di isolamento acustico:

- fornisce il giusto tempo di riverberazione
- permette la correzione acustica di ambienti
- abbassa il livello di rumorosità (come nel nostro caso)
- resiste al fuoco

Caratteristiche tecniche

- Peso specifico in polvere: 300Kg/mq;
- PH: 11;
- Conducibilità termica: λ = 0,053 Cal/m h°C;
- Coefficiente di assorbimento acustico: come da diagramma da fornire attraverso una certificazione;
- Reazione al fuoco: classe "0", secondo art. 1 del D.M. dell'Interno del 14/1/1985;
- Resa: circa 4Kg/mq per spessore di 1 cm;
- Spessore consigliato: 2 cm minimo;
- Temperatura durante l'applicazione: sia durante l'applicazione che nell'asciugamento, la temperatura minima non deve andare al di sotto di +10°C;
- Durata nel tempo: le caratteristiche sono praticamente inalterabili nel tempo.

Applicazione

Si applica solamente a spruzzo su sottofondi in calcestruzzo ed in laterizio intonacato, asciutti, assorbenti, esenti da polvere e pitture.

Se il sottofondo è in calcestruzzo, l'intonaco fonoassorbente può essere applicato direttamente su di esso previa applicazione di idoneo primer. Devono essere assenti elementi metallici in vista per evitare fuoriuscita di macchie di ruggine.

Se il sottofondo è misto in calcestruzzo e laterizio, occorre rendere uniformi le superfici mediante l'applicazione di intonaco cementizio grezzo.

Le superfici dopo l'applicazione dell'intonaco fonoassorbente si presentano con aspetto granulare. Deve essere finito superficialmente con sovrapposizione a spruzzo di finitura colorata a base di perlite fine nello spessore massimo di 2 mm, dopo completo asciugamento del sottofondo (da 15 a 30 giorni a seconda dello spessore, a 20°C a 65% UR).

È indispensabile mantenere una buona areazione e ricambi d'aria dei locali durante la fase di asciugamento.

La finitura è disponibile nei colori di serie: grigio, giallo chiaro e scuro, nero, testa di moro, bianco; si consiglia il colore grigio.

16.14 Manufatti speciali in vetro e acciaio

16.14.1 Normativa

La realizzazione delle opere e dei manufatti in vetro, cristallo e acciaio deve avvenire con i materiali e le modalità previsti dal progetto ed ove questo non sia sufficientemente dettagliato valgono le prescrizioni seguenti.

Le lastre di vetro, in relazione al loro comportamento meccanico, dovranno essere scelte tenendo conto delle loro dimensioni, delle sollecitazioni previste, delle sollecitazioni dovute ad eventuali sbattimenti ed alle deformazioni prevedibili del serramento. Dovranno inoltre essere considerate per la loro scelta le esigenze di isolamento termico, acustico, di trasmissione luminosa, di trasparenza o traslucidità, di sicurezza sia ai fini antinfortunistici che di resistenza alle effrazioni, atti vandalici, ecc. Per la valutazione dell'adeguatezza delle lastre alle prescrizioni predette, in mancanza di prescrizioni nel progetto si intendono adottati i criteri stabiliti nelle norme UNI per l'isolamento termico e acustico, la sicurezza, ecc. (UNI 7143, UNI 7144, UNI 7170 e UNI 7G97). Gli smussi ai bordi e negli angoli dovranno prevenire possibili scagliature.

I materiali di tenuta, se non precisati nel progetto, si intenderanno scelti in relazione alla conformazione e dimensioni delle scanalature (o battente aperto con ferma vetro) per quanto riguarda lo spessore e dimensioni in genere, capacità di adattarsi alle deformazioni elastiche dei telai fissi ed ante apribili; resistenza alle sollecitazioni dovute ai cicli termoigrometrici tenuto conto delle condizioni microlocali che si creano all'esterno rispetto all'interno, ecc. e tenuto conto del numero, posizione e caratteristiche dei tasselli di appoggio, periferici e spaziatori. Nel caso di lastre posate senza serramento gli elementi di fissaggio (squadrette, tiranti, ecc.) dovranno avere adeguata resistenza meccanica, essere preferibilmente di metallo non ferroso o comunque protetto dalla corrosione. Tra gli elementi di fissaggio e la lastra dovranno essere interposti materiali elastici e durabili alle azioni climatiche.

La posa in opera dovrà avvenire previa eliminazione di depositi e materiali dannosi dalle lastre, serramenti, ecc. e collocando i tasselli di appoggio in modo da far trasmettere correttamente il peso della lastra al serramento; i tasselli di fissaggio serviranno a mantenere la lastra nella posizione prefissata. Le lastre che potranno essere urtate dovranno essere rese visibili con opportuni segnali (motivi ornamentali, maniglie, ecc.). La sigillatura dei giunti tra lastra e serramento dovrà essere continua in modo da eliminare ponti termici ed acustici. Per i sigillanti e gli adesivi si dovranno rispettare le prescrizioni previste dal fabbricante per la preparazione, le condizioni ambientali di posa e di manutenzione. Comunque, la sigillatura dovrà essere conforme a quella richiesta dal progetto od effettuata sui prodotti utilizzati per qualificare il serramento nel suo insieme.

16.14.2 Fornitura dei materiali - Spessori

I materiali da impiegarsi in tutte le opere di vetrazione dovranno corrispondere, per quanto non diversamente disposto alle caratteristiche di accettazione espressamente riportate nel presente Capitolato.

Le lastre di vetro saranno di norma incolori e nei tipi prescritti in progetto per i vari tipi di infissi o, in ogni caso, specificati dalla Direzione Lavori.

Gli spessori dovranno essere contenuti nelle tolleranze consentite; per infissi di notevoli dimensioni per località particolarmente soggette all'azione ed alle sollecitazioni dovute al vento ed alla neve dovranno essere adottati, anche in difformità al progetto, spessori non inferiori a quelli calcolati sulla base della seguente normativa di unificazione

UNI 7143-72 - vetri piani - Spessore di vetri piani per votazioni in funzione delle loro dimensioni, dell'azione del vento e del carico neve.

16.14.3 Trasporto e stoccaggio

Tutte le lastre dovranno essere trasportate e stoccate in posizione verticale o su cavalletti aventi le superfici di appoggio esattamente ortogonali fra loro, quest'ultima disposizione dovrà essere rigorosamente verificata e rispettata per le lastre accoppiate, allo scopo di evitare anormali sollecitazioni di taglio sui giunti di accoppiamento.

16.14.4 Controlli ed obblighi dell'Appaltatore

L'Appaltatore avrà l'obbligo di controllare il fabbisogno o gli ordinativi dei vari tipi di vetri o cristalli, rilevandone le esatte misure ed i quantitativi e segnalando alla Direzione eventuali discordanze; resteranno pertanto a suo completo carico gli inconvenienti di qualsiasi genere che potessero derivare dall'incompletezza o dalla omissione di tale controllo.

L'Appaltatore avrà anche l'obbligo della posa in opera di ogni specie di vetri o cristalli, anche se forniti da altre Ditte, con gli oneri in caso di scorporo espressamente riportati dal presente Capitolato.

Ogni rottura di lastre, fornite o meno dall'Appaltatore, che per qualunque motivo si verificasse prima della presa in consegna delle opere da parte dell'Amministrazione appaltante, sarà a carico dello stesso che sarà tenuto, altresì, al risarcimento degli eventuali danni. Fanno eccezione le rotture ed i danni dipendenti da forza maggiore.

16.14.5 Modalità di posa in opera

Le lastre di vetro o cristallo, siano esse semplici, stratificate od accoppiate, dovranno essere montate con tutti gli accorgimenti atti ad impedire deformazione, vibrazioni e, nel contempo a consentirne la libera dilatazione. Nella posa in opera dovranno essere inoltre osservate tutte le prescrizioni di cui alle seguenti norme di unificazione:

- UNI 6534 Vetrazioni in opere edilizie - Progettazione, materiali e posa in opera.
- UNI 7697 Criteri di sicurezza nelle vetrazioni.

Le lastre dovranno essere opportunamente tassellate sui bordi onde impedire il contatto con il telaio di contorno. I tasselli, sia riportati (di appoggio) che periferici o spaziatori, saranno in legno, in materiale plastico od in gomma sintetica (dutral, neoprene), avranno dimensioni e posizionamento corrispondenti al tipo di serramento nonché al peso ed allo spessore delle lastre, e dovranno essere imputrescibili.

La profondità della battuta (e relativa controbattuta) dei telai dovranno essere non inferiore a 12 mm; il gioco perimetrale non inferiore a 2 mm.

La sigillatura dei giunti fra lastre e telai sarà effettuata con l'impiego di idonei sigillanti o con guarnizioni di opportuna sagoma e presentare requisiti tecnici esattamente rapportati al posizionamento e tipo dei telai, al sistema ed all'epoca della vetrazione. I sigillanti saranno di norma del tipo plastico preformato (in profilati varie di adeguate sezioni) o non preformato saranno esenti da materie corrosive (specie per l'impiego su infissi metallici), resistenti all'azione dei raggi ultravioletti, all'acqua ed al calore (per temperature fino ad 80°C) e dovranno mantenere inalterate nel tempo tali caratteristiche.

Per la sigillatura delle lastre stratificate (tipo VIS, Visarm e simili) od accoppiate (tipo Biver, Climalit e simili) dovrà essere vietato l'impiego di sigillanti a basi di olio o solventi (benzolo, toluolo, xilolo); sarà evitato in ogni caso l'impiego del cosiddetto "mastice da vetraio" (composto con gesso ed olio di lino cotto).

Potranno anche venire impiegati sigillanti di tipo elastoplastico od elastometrico (mastici butilici, polisolfurici, siliconici) od ancora in rapporto alle prescrizioni, sistemi misti di sigillatura.

Nella tabella che segue si riportano in prospetto sintetico, i valori di alcuni parametri di montaggio che, come termini minimi, dovranno essere assolutamente rispettati:

Lastre di vetro e cristallo - Parametri minimi di montaggio

PARAMETRI	Spessori convenzionali delle lastre						
	3 mm	4 mm	5 mm	6 mm	8 mm	10 mm	12 mm
Spessore mastice (per lato)	2	2÷3	3	3÷	4	4÷5	5
Gioco perimetrale	2÷3	3÷5	3÷5	4÷6	5÷7	5÷7	5÷8
Incastro lastra (1)	10	10	10	11÷12	12	12	12
Spessore tasselli	2÷3	3÷5	3÷5	4÷6	5÷7	5÷7	5÷8
Profondità battuta (1)	12÷13	13÷15	13÷15	15÷18	17÷19	17÷19	17÷20
(1) Per le lastre stratificate od accoppiate la misura dell'incastro e conseguentemente la profondità di battuta dovranno essere incrementate per non meno di 5 mm; l'incastro sarà comunque tale da permettere il completo occultamento dei giunti di accoppiamento.							

Il collocamento in opera delle lastre di vetro o cristallo potrà essere richiesto a qualunque altezza ed in qualsiasi posizione, esso comprenderà anche il taglio delle lastre, se necessario, secondo linee spezzate o comunque sagomate, ogni opera provvisionale e mezzo d'opera occorrente e dovrà essere completato da una perfetta pulizia delle due facce delle lastre che, a lavori ultimati, dovranno risultare perfettamente lucide e trasparenti.

16.14.6 Prescrizioni particolari

Nelle lastre di grandi dimensioni le punte degli angoli, prima della posa, dovranno essere smussate. Le lastre attestate, prima di essere saldate con adesivo, dovranno essere molate.

I vetri atermici, montati con un sistema che tolleri anche importanti escursioni termo-elastiche delle lastre, ma inseriti in incanalature non molto profonde per evitare sbalzi di temperatura fra i margini ed il centro della lastra, dovranno essere posti in opera con l'uso di sigillanti elastoplastici capaci di grande allungamento.

I vetri isolanti dovranno essere collocati con guarnizioni ai bordi, suole assorbenti agli zoccoli ed altri speciali accorgimenti tali da renderne pienamente efficiente l'impiego.

La posa a serraggio sarà riservata ai vetri piani temprati e consisterà nello stringere i bordi delle lastre fra due piastre metalliche; fra le piastre ed il vetro dovrà essere interposto un materiale cuscinetto, non igroscopico, imputrescibile e di conveniente durezza, ad esclusione del legno. La posa ad inserimento, se ammessa, dovrà essere limitata solo agli interni.

16.14.7 Pareti e porte vetrate

Saranno realizzate nel perfetto rispetto degli esecutivi di progetto, con lastre di cristallo (lustro o greggio) di spessore mai inferiore a 12 mm.

Tutte le lastre, fisse mobili, dovranno essere temprate, gli accessori metallici (zoccoli, piastre fissaggio, cerniere, cardini, traverse, ecc.) saranno in ottone, alluminio anodizzato, acciaio inossidabile, con dimensioni e sezioni adeguate agli sforzi da sostenere; per pareti di notevoli dimensioni, e comunque se prescritto, saranno impiegate traverse rompitratta (di irrigidimento) in acciaio zincato, da rivestire con i materiali di cui sopra.

Le porte saranno dotate di cerniere o di cardini a molla (con dispositivo autofrenante di chiusura automatica) secondo prescrizione; avranno maniglie o maniglioni in ottone, in cristallo, in rame smaltato, ecc., come da specifica, o pomoli in ottone con serrature (nei tipi: normale, a semplice od a doppio bloccaggio).

Sulle pareti vetrate, ed in generale su tutte le opere da eseguire in vetro o cristallo, potranno essere ordinate e verranno effettuate tutte le operazioni che nei casi particolari si rendessero necessarie: bordi a bisello o smussati, fori a tutto spessore, fori tagliati, incavi, sportelli, tacche, ecc. L'onere di tali lavorazioni dovrà intendersi compreso nel prezzo delle opere di vetrazione e pertanto, salvo diversa disposizione, non darà luogo a compensi di alcun genere.

16.14.8 Ascensore

L'ascensore sarà realizzato con struttura in carpenteria metallica e rivestimento sui quattro lati e sulla copertura (secondo disegni architettonici) tramite pannelli di vetro costituiti da pannelli piani in stratificato di sicurezza sospeso alla struttura con fissaggi bullonati puntuali e sistema tipo "airplan" o "variomont" o similari. Il pannello di vetro di sicurezza sarà costituito da due float temperati trasparenti, come da disegni, (8 + 8 mm con trattamento HST). La superficie in vista del pannello sarà rivestita con micro-lamina di protezione trasparente antigraffiti con elevata resistenza alla trazione e alla abrasione. I pannelli saranno sospesi alla struttura di acciaio tramite speciali accessori in acciaio inox AISI 316L (denominati rotule o stelle) bullonati al pannello di vetro con l'ausilio di speciali guarnizioni antivibranti e fissati alla struttura tramite bullonatura o saldatura. La struttura metallica (non compresa nella presente voce di capitolato) sarà costituita da montanti e correnti come da disegni architettonici e strutturali, rivestiti tramite carter metallico in lamiera di acciaio piegata (spessore 10/10 mm) con vernice ferromicacea. Gli elementi strutturali saranno collegati tra loro tramite saldatura e con l'ausilio di piatti di acciaio come da disegni di dettaglio e ancorati anche alla fodera in c.a.. La carpenteria metallica sarà interamente trattata con vernice intumescente di tipo pellicolare, capace di garantire resistenza al fuoco R60 (RAL a scelta della D.L.). I bordi inferiori dei pannelli di vetro saranno protetti tramite paracolpi in tubolare in acciaio inox 304 satinato ancorato al pavimento tramite tasselli chimici/meccanici. Il lato frontale del torrino sarà dotato di pensilina in acciaio inox e vetro come da disegni architettonici.

La copertura, realizzata in vetro di sicurezza antisfondamento trasparente (8 + 8 mm con HST) dovrà essere applicata garantendo lungo i bordi, tramite apposita cornice in lamiera di acciaio verniciata (sp. 12/10), la ventilazione e la protezione dall'acqua.

16.14.9 Infissi metallici

16.14.9.1 *Modalità di lavorazione e montaggio*

Gli infissi metallici saranno realizzati esclusivamente in officina, con l'impiego di materiali aventi le qualità prescritte nel presente Capitolato o in particolare dal progetto o dalla Direzione Lavori.

Il tipo dei profilati, le sezioni ed i particolari costruttivi in genere che, ove non diversamente disposto, verranno scelti dall'Appaltatore, saranno tali da garantire assoluta indeformabilità (statica, di manovra e per sbalzi termici), perfetto funzionamento, durata e incorrodibilità.

Gli infissi di grandi dimensioni non dovranno essere influenzati dalle deformazioni elastiche o plastiche delle strutture ne dovranno subire autotensioni o tensioni in genere, per effetto delle variazioni termiche, in misura tale da averne alterate le caratteristiche di resistenza o di funzionamento.

Le parti apribili dovranno essere munite di coprigiunti; la perfetta tenuta all'aria e all'acqua dovrà essere garantita da battute multiple, sussidiate da idonei elementi elastici.

Il collegamento delle varie parti componenti il serramento potrà essere realizzato sia meccanicamente sia mediante saldatura.

Il collegamento meccanico sarà eseguito a mezzo di viti, chiodi o tiranti ovvero a mezzo di squadre fissate a compressione o con sistemi misti.

Il collegamento mediante saldatura dovrà essere eseguito a perfetta regola d'arte, con i sistemi tecnologicamente più avanzati e sarà rifinito con accurate operazioni di limatura e lisciatura; per serramenti in alluminio od in leghe leggere di alluminio la saldatura dovrà essere eseguita esclusivamente con sistema autogeno (preferibilmente saldatura elettrica in gas inerte ovvero a resistenza).

L'incastro per la posa dei vetri sarà di ampiezza sufficiente allo spessore ed al tipo degli stessi e sarà dotato di idonea guarnizione (o nastro sigillante, secondo i casi) e di fermavetro metallico o di legno di essenza forte.

Le staffe per il fissaggio alle murature saranno in acciaio zincato per i serramenti in acciaio, in bronzo od in ottone per i serramenti in alluminio qualora, per casi eccezionali, il montaggio non dovesse avvenire su controtelaio in acciaio pre-murato.

Gli accessori dovranno intendersi sempre compresi nella fornitura degli infissi e saranno, per quanto possibile, montati in officina.

16.14.9.2 *Prove di resistenza e di usura*

In aggiunta alle prove riportate al precedente punto per gli infissi metallici potranno venire richieste anche le seguenti prove suppletive:

1. Prova di flessione sotto carico concentrato: sarà effettuata in senso parallelo all'asse delle cerniere, sulle parti mobili di un serramento completo e montato, ma privo di vetratura.

Un carico concentrato di 30 kgf agente parallelamente all'asse delle cerniere sullo spigolo esterno dell'anta, aperta a 90°, non dovrà causare una flessione elastica superiore a 12 mm ed una permanente superiore a 2 mm.

2. Prova di flessione sotto carico distribuito: sarà effettuata mediante apposito cassone, su serramento vetrato, sottoponendo lo stesso ad un carico di 70 kgf/m².

La prova sarà ritenuta positiva se nessun elemento del serramento subirà flessioni superiori ad 1/175 della sua luce.

3. Prova d'usura: sarà eseguita sul serramento murato e non vetrato, con cerniere non lubrificate.

La parte apribile verrà collegata mediante un braccio snodato ad un apparecchio capace di aprirla a 45° e poi chiuderla con una frequenza di 30 volte al minuto.

La prova verrà considerata positiva se, dopo un totale di 23’500 cicli, il serramento, comprese le cerniere, sarà ancora in buone condizioni di esercizio.

16.14.9.3 *Infissi in profilati di acciaio laminati a caldo*

Potranno essere realizzati, in rapporto alle prescrizioni, sia in profilati normali, che in profilati per infissi (ferrofinestra) di cui alla norma di unificazione UNI 3897.

L'acciaio, salvo diversa prescrizione, sarà del tipo Fe 37 A UNI 7070-72; le tolleranze saranno di ±0,3 mm sullo spessore dell'anima e di ±0,5 mm sull'altezza del profilato.

I profilati saranno opportunamente accoppiati, con perfetto combaciamento delle sagome reciproche e con la formazione di camere d'aria tra le battute dei telai apribili e di quelli fissi.

Nei tipi ferrofinestra verrà impiegata la serie 34 per telai di luce libera (in altezza) non superiore a 1,50 m; viceversa verrà adoperata la serie 40.

L'unione dei vari elementi sarà eseguita di norma mediante saldatura elettrica; il fissaggio alle murature verrà effettuato con zanche di acciaio, in numero e robustezza proporzionate alla massa degli infissi.

Le ferramenta saranno in ottone e corrisponderanno in linea generale alle caratteristiche di cui al presente Capitolato od a quanto più in particolare specificherà la Direzione Lavori.

La protezione e la finitura saranno effettuate con i trattamenti di verniciatura più avanti descritti per i materiali ferrosi ovvero, per le atmosfere aggressive e se specificatamente prescritto, mediante zincatura normale a caldo UNI 5744-66 e successiva verniciatura.

16.14.9.4 *Infissi in alluminio e leghe leggere di alluminio*

16.14.9.4.1 Generalità - Materiali

Gli infissi in alluminio verranno costruiti con profilati estrusi, con trafilati ovvero con laminati di alluminio o leghe leggere di alluminio, collaboranti o meno con parti strutturali, o accessorio di altri materiali.

I tipi dei profilati e le relative sezioni dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori; per la scelta dei materiali si farà riferimento alla UNI 3952-66 e particolarmente alle specificazioni ivi riportate al punto 2 a seconda che trattasi di profilati estrusi (p.2.1) oppure di laminati, trafilati, sagomati estrusi da impiegarsi per le membrature dei serramenti (p.2.2) oppure ancora materiale destinato all'esecuzione degli accessori si farà inoltre riferimento al presente Capitolato, ed in ogni caso alle descrizioni del progetto.

Tutti gli elementi aventi funzione resistente e di irrigidimento dovranno essere costituiti, se non diversamente disposto, da profilati estrusi di lega anticorodal P-Al Mg Si UNI 3569-66, stato TA 16; solo i rivestimenti in lastra potranno essere di alluminio primario P-ALP 99,5 UNI 4507.

Lo spessore delle membrature non dovrà mai essere inferiore a 20/10 mm; per i rivestimenti in lastre, non inferiore a 8/10 mm.

16.14.9.4.2 Modalità esecutive e di posa in opera

I telai fissi saranno di norma realizzati, salvo diverse indicazioni con profilati a sezione aperta di opportuna sagoma e potranno, al pari di quanto specificatamente espresso ed in rapporto alle prescrizioni, essere costituiti dai semplici elementi di battuta ovvero allargarsi fino a costituire guide, imbotti, mostre e celino di cassonetto.

Il montaggio comunque avverrà sempre su falsotelaio pre-murato, di norma in lamiera di acciaio zincata (s≥10/10) opportunamente protetta, di modo che tutti gli elementi dell'infisso in alluminio, semplice od a blocco, possano essere montati a murature e contorni ultimati.

Le ante mobili saranno costituite da profilati tubolari di opportuna sagoma, almeno a doppia battuta, nei quali saranno ricavate opportune sedi per l'inserimento di guarnizioni in materiale plastico (neoprene, dutral, ecc.) che consentano una perfetta tenuta agli agenti atmosferici ed attutiscano l'urto in chiusura.

Le giunzioni dei vari profilati saranno eseguite mediante saldatura elettrica o mediante apposite squadrette di alluminio fissate a pressione e/o viti di acciaio cadmiato; sarà vietato comunque l'impiego di viti a vista mentre eventuali fori passanti di montaggio (comunque non a vista) dovranno essere schermati e chiusi con bottoni di materiale plastico fissati a pressione e scatto.

Il fissaggio dei vetri verrà assicurato da appositi regoletti di alluminio inseriti a scatto, previa apposizione di idonea guarnizione.

Negli infissi speciali (a scorrimento orizzontale, a saliscendi, ecc.) sarà posta la massima attenzione sulla tecnologia delle guarnizioni (a slitta, a spazzola, a tampone, ecc.) di modo che venga sempre assicurata, quantomeno, una doppia tenuta agli agenti atmosferici.

16.14.9.4.3 Accessori

Tutti gli accessori dovranno essere realizzati in alluminio o in lega leggera di alluminio, con l'uso dei materiali di cui al punto 2 della UNI 3952-66.

Gli elementi soggetti a sforzi concentrati, di rinforzo o resistenti a fatica (viti, perni, aste, ecc.) saranno in acciaio inossidabile austenitico o nichelato o cromato, potrà essere ammesso l'uso di altri materiali (specie per parti non a vista) purché gli stessi e le loro protezioni non possano causare corrosioni di contatto sulla struttura di alluminio o di lega leggera.

16.14.9.4.4 Trattamenti di protezione superficiale

I materiali costituenti i serramenti saranno di regola impiegati ossidati anodicamente, dopo eventuale condizionamento della superficie mediante trattamenti di smerigliatura e finitura.

L'ossidazione anodica dei materiali dovrà essere eseguita secondo la norma UNI 4522-66 riportata nel presente Capitolato; l'anodizzazione sarà comunque effettuata sugli elementi già lavorati e prima del montaggio, ove lo stesso dovesse venire eseguito meccanicamente, o sui manufatti già montati, qualora l'unione dei vari elementi venisse realizzata mediante saldatura.

Lo strato di ossido dovrà avere spessore non inferiore 10 micron (classe 10) per gli infissi interni e non inferiore a 15 micron (classe 15) per i serramenti esterni; per esposizione ad atmosfere aggressive (industriali, marine, ecc.) lo strato dovrà essere del tipo rinforzato (classe 20).

Le caratteristiche visive dell'anodizzazione potranno essere del tipo architettonico lucido (ARP), spazzolato (ARS), o satinato chimicamente (ARC).

La colorazione degli strati di ossido se richiesta, potrà essere effettuata per impregnazione ed assorbimento, per impregnazione elettrochimica (elettrocolorazione), o con processo di autocolorazione e successivi trattamenti di fissaggio per idratazione.

Qualora comunque fossero richieste superfici colorate molto resistenti alla luce e alle aggressioni atmosferiche, gli strati saranno ottenuti unicamente per elettrocolorazione o per autocolorazione.

In alternativa ai trattamenti anodici, se prescritto, le superfici di alluminio potranno venire sottoposte a processo di ossilaccatura o di verniciatura in genere.

In questi casi i vari elementi o manufatti, pretrattati con sgrassaggio, decapaggio e neutralizzazione, verranno sottoposti superficialmente a processo di conversione chimica tale da generare uno strato amorfo di ossidi metallici disidratati (passivazione), quindi verranno verniciati con vernici speciali in apposita cabina dotata di impianto elettrostatico e sottoposti a polimerizzazione in camera di essiccazione, a circolare d'aria calda, con temperatura in genere superiore a 150°C.

Nel trattamento di verniciatura dovrà essere evitato l'uso di pigmenti contenenti composti di piombo, rame o mercurio, specialmente per lo strato di fondo.

16.14.9.4.5 Protezioni speciali

Le parti di alluminio o di lega di alluminio dei serramenti destinate ad andare a contatto con le murature (qualora ammesso) dovranno essere protette, prima della posa in opera, con vernici a base bituminosa o comunque resistenti agli alcali.

Qualora nella struttura dei serramenti fossero impiegati dei telai portanti in profilati di acciaio, questi dovranno essere zincati a fuoco, elettroliticamente e a spruzzo, oppure protetti con vernici a base bituminosa, ovvero a base di zinco, previo trattamento di ancoraggio.

Qualora infine nella struttura dei serramenti venissero impiegati materiali non metallici igroscopici, le parti destinate a contatti con componenti di alluminio o di lega dovranno essere convenientemente protette in modo da non causare corrosioni d'umidità.

16.14.9.4.6 Controlli sullo strato anodico

La verifica dello spessore dello strato anodico verrà secondo il punto 6.1.2 della UNI 4522-66, che prevede il metodo non distruttivo delle correnti indotte (UNI 6717-69P); per una valutazione approssimativa dello spessore potrà anche essere applicato il metodo delle tensioni di perforazione, secondo UNI 4115.

La qualità del fissaggio dello strato anodico dovrà essere stabilita controllandone le qualità assorbenti secondo UNI 3397-63.

La resistenza alla colorazione alla luce non dovrà essere minore di 8 per applicazioni esterne e non minore di 5 per applicazioni interne; la prova sarà effettuata con metodo accelerato a luce artificiale, secondo la UNI 4529.

16.14.9.1 *Opere metalliche di finitura (C)*

Le principali opere metalliche di finitura saranno realizzate in:

- acciaio zincato e verniciato: rivestimento, recinzione;
- le lamiere di acciaio zincato avranno spessore minimo 8/10 mm, saranno zincate con sistema Sendzimir, secondo UNI 5753/84, e verniciate a caldo; la lavorazione comprende i relativi pezzi speciali realizzati dello stesso materiale;
- acciaio inox: corrimano scale esterne (montanti e tubolari Ø50), corrimano rampe e scale interne (tubolari Ø40), parapetto banchine (montanti e lastre di vetro);
- le opere in acciaio INOX tipo 18/10 dovranno essere rispondenti alle seguenti norme: UNI EN 10088-1:2005- Acciai inossidabili- Parte 1: Lista degli acciai inossidabili.

Tutti i collegamenti tra elementi metallici diversi devono prevedere giunti dielettrici. Tutte le strutture metalliche devono essere protette dai contatti indiretti e dai fulmini.

16.14.9.1.1 Ringhiere (C3 E C5)

Parapetto con montanti sagomati, tondini orizzontali e tubolari in acciaio inox AISI 316 satinato portata 3 kN/m. Prescrizioni generali:

- l'altezza minima dovrà essere di 1,10 m;
- l'interasse fra i montanti sarà di 80 cm massimo;
- tutti gli elementi quali piantoni, tubolari e ancoraggi dovranno essere dimensionati per garantire la resistenza ad una spinta fino a 3 kN/m;

gli elementi tubolari posti orizzontalmente dovranno avere un interasse verticale minore di 10 cm ed essere disposti in modo da garantire la sicurezza contro lo scavalco.

Le saldature saranno del tipo "TIG (Tungsten lnert Gas)" o "GTWA (Gas Tungsten Are Welding)" effettuate in stabilimento. Le geometrie dei pannelli preassemblati dovranno essere studiate tenendo conto delle esigenze di trasporto e, se necessario per evitare la saldatura in cantiere, dovranno prevedere il raddoppio dei montanti (assicurando la continuità del tubolare superiore).

16.14.9.1.2 Corrimano compresi i supporti, Ø50 mm sp. 2mm, in acciaio inox (C3)

Corrimano Ø50 mm sp. 2 mm in acciaio inox con fissaggi a distanza non superiore a 0,80 m posizionati sul lato inferiore del tubolare in modo da non interrompere la continuità della presa, su entrambi i lati di scale e rampe. Il corrimano superiore deve essere posizionato a un'altezza compresa fra 850 mm e 1000 mm dal pavimento. Uno spazio libero di almeno 40 mm deve essere presente fra il corrimano e altre parti della struttura, esclusi i fissaggi. l corrimano devono essere continui e sporgere di almeno 300 mm oltre il primo e l'ultimo gradino.

16.14.10 Porte e portoni

Porte e portoni in una o più partite, con qualunque tipo di apertura (a impacco laterale, a cerniere, a scorrimento su guide superiori o inferiori, basculanti ecc.) con pannellature in lamiera di acciaio zincato

sistema SENDZIMIR secondo UNI 5753/84 con telaio fisso e controtelaio essi pure in acciaio zincato, completi di grappe di fissaggio, cerniere, rulli e guide di scorrimento a terra ed in alto, serrature del tipo inglese, ferramenta, grappe di fissaggio, mostre, coprifili, cornici, gocciolatoi, grambialini ed ogni altro accessorio; compreso e compensato nel prezzo, oltre a tutti gli accessori sopra citati, ogni onere per l'eventuale realizzazione di porticina pedonale, il fissaggio ai muri o alle strutture portanti nonché il trattamento con una mano di antiruggine al cromato di zinco e due mani di vernice acrilica.

16.14.10.1 *Porte antincendio e porte comuni*

Porte antincendio ermetiche al fumo e isolanti al calore, realizzate con pannelli in lamiera d'acciaio zincato secondo UNI 5753/84 dello spessore di 12/10 mm, tamburate e rinforzate da un telaio interno in ferro piatto elettrosaldato e riempito con un materassino rigido in lana di roccia, completo di chiusura automatica regolabile per mezzo di idoneo dispositivo, di serratura speciale a doppia maniglia resistente alle alte temperature.

Le porte saranno poste in opera complete di guida superiore portante, montante battuta con scatola guida contrappeso, ruote di scorrimento su doppio cuscinetto, rullo guida inferiore, labirinto di tenuta al fuoco, guarnizioni isolanti termo-espandenti ignifughe, contrappeso laterale per chiusura, carter copriruote scorrimento, elettromagnete con pulsantiera sblocco, ampolla a scatto termico, ammortizzatori fine corsa, rilevatore di fumo e calore a doppia camera di ionizzazione.

Le porte saranno dotate di maniglioni antipanico per il deflusso controllato verso le vie di fuga ed uscite di sicurezza, realizzati mediante un sistema di chiusura a barra di comando in modo da consentire l'apertura del serramento non appena venga esercitata su di essa una leggera pressione e comunque rispondenti alle vigenti normative di legge sia in fatto di requisiti costruttivi che di montaggio.

Il rivestimento delle porte, semplici o doppia anta, con telai come le facciate continue, sarà costituito da tamponatura con doppia lamiera di acciaio zincato 12/10, verniciatura con trattamento ferromicaceo e tamburato con interposto materiale isolante, dimensioni ed accessori come da abaco di progetto.

La posa comprenderà il montaggio di serratura con chiusura a scomparsa con dotazione di chiave quadra, nonché l'assistenza, il trasporto, lo scarico dall'automezzo, l'immagazzinamento, il tiro in alto, l'avvicinamento al luogo di posa e tutto quello che occorra per rendere le porte antifumo in caso d'incendi omologate a 120 minuti. Per tutte le porte, REI e non, non dovranno essere visibili dall'esterno – lato pubblico, in posizione di porta chiusa, i telai ed i controtelai della porta. L'effetto estetico dovrà essere di estrema semplicità e pulizia: solo le quattro fughe in corrispondenza di ognuno dei lati delle ante dovrà essere visibile. Le maniglie e i maniglioni saranno presenti solo nei casi in cui è indicato nell'abaco. Nei restanti casi sarà presente, nella parte accessibile dal pubblico, il foro della chiusura/apertura a chiave quadra o brucola, per gli addetti autorizzati.

L'Appaltatore dovrà prestare la massima attenzione, nella fornitura delle porte (REI, normali, porte di armadi), al rispetto delle norme qui riportate ed all'ottenimento della massima integrazione e/o complanarità con le superfici finite adiacenti (lastre di pietra, pannelli di cemento o lastre di acciaio). A tale scopo, per le diverse soluzioni presenti nel progetto, sarà fornito un campione del risultato finale corredato da disegni di dettaglio delle soluzioni adottate per la soluzione "a scomparsa". Tutte le lavorazioni e forniture, pezzi speciali, collanti, connessioni, ecc. sono completamente compensate nel presente appalto.

16.14.10.2 *Vetrate tagliafuoco REI 30-60-120 (F1- F2- F3- F4)*

Parete tagliafuoco intelaiata e vetrata, con certificazione di resistenza al fuoco conforme alla norma di collaudo UNI 9723. La vetrata sarà composta da pannelli multistrato (numero strati in funzione del grado di resistenza desiderata) di vetro temperato con inserimento di interposti film di gel intumescente trasparente e profili scatolari in acciaio con interposte resine termoisolanti a base di calcio silicato, densità 800 kg/m^3, certificati per la resistenza del calore. Assemblaggio dei profilati mediante fissaggio meccanico di squadrette e cavallotti in lega di alluminio e di acciaio. Trattamento della superficie con verniciatura a polveri tinte Ral, eseguita secondo le normative Vectal sp. 60 micron od anodizzata secondo le norme Euraas sp. 20 micron.

Le eventuali parti mobili saranno dotate di: doppio nastro di guarnizione termoespandente tipo Intumex-L, applicato sul perimetro delle ante apribili, nelle parti interne delle specchiature e sul perimetro del telaio esterno. Serratura a gancio incassata, maniglione in resina o nylon con anima di acciaio. Per eventuali porte a due ante è prevista la controserratura ad aste incassate con blocco automatico in fase di chiusura e regolazione della sequenza di chiusura. Il tutto certificato ed omologato REI.

16.15 Soffitti

16.15.1 Norme e prescrizioni generali

Tutti i controsoffitti previsti in progetto, qualunque sia il tipo od il sistema costruttivo, dovranno essere eseguiti con particolare cura, allo scopo di ottenere superfici esattamente orizzontali (o sagomate od inclinate secondo prescrizione), senza irregolarità od altri difetti così da evitare in modo assoluto la formazione, in un tempo più o meno prossimo, di crepe, incrinature, distacchi nell'intonaco.

La posa dovrà essere sempre eseguita rispettando gli schemi dei disegni ed in base ai disegni costruttivi di cantierizzazione elaborati dall'Appaltatore; il montaggio dovrà essere effettuato da personale specializzato fornito dalla Ditta fornitrice.

Nell'esecuzione, inoltre, sarà richiesto un perfetto accordo con le imprese esecutrici degli impianti, siano essi elettrici che meccanici (compresi nell'appalto). Particolare rilevanza avranno anche le telecamere e gli altri impianti di sistema da installare praticando fori nel controsoffitto che andranno individuati attraverso la realizzazione di disegni di dettaglio da far approvare alla D.L.. I fori, i pezzi speciali, fresature e fissaggi vari e tutte le altre predisposizioni necessarie per l'installazione di telecamere, altoparlanti o altri impianti di sistema (non compresi in appalto) e per gli impianti di sistema compresi in appalto (rilevatori, corpi illuminanti …) sono compresi nella fornitura dei controsoffitti e compensati nelle voci di prezzo previste in appalto aventi per oggetto i diversi tipi di controsoffitti. Solo i fori di grandi dimensioni per i diffusori del sistema di ventilazione sono compensati a parte secondo specifiche voci di prezzo previste in appalto.

Sono altresì compresi angolari e paraspigoli che dovranno poi essere oggetto di stuccatura e finitura con verniciatura (nel caso di lastre di gesso).

Le lamiere avranno la curvatura indicata nei disegni di progetto e si raccorderanno con perfetta complanarità ai controsoffitti che le alloggiano.

Sono compresi e a carico dell'Appaltatore il sollevamento e trasporto a piè d'opera a qualunque livello; sono compresi gli accessori saldati e/o imbullonai per i collegamenti di equipotenzialità, nonché tutti gli oneri aggiuntivi (tracciamento, disegni costruttivi, prototipi per approvazione, trasporto stoccaggio, ponteggi e impalcati, posa per periodi di tempo non continuativi, pulizia a fondo finale, perfetto livellamento).

Per quanto riguarda gli oneri relativi alla posa in opera dei controsoffitti ed i relativi oneri accessori, si specifica quanto segue:

- la fornitura e posa dei controsoffitti previsti in appalto, oggetto delle specifiche voci descrittive di prezzo, si intendono comprensive di ogni onere per la fornitura, noleggio, montaggio e smontaggio di tutti i manufatti e opere provvisori e accessori necessari per consegnare le opere finite e realizzate a regola d'arte come da disegni di progetto;
- sono compresi irrigidimenti perimetrali (passo min. 5 m) costituiti da staffe in acciaio zincato fissate attraverso speciali nodi di collegamento alla doppia struttura di sostegno del controsoffitto, tramite pezzi speciali di collegamento; saranno altresì comprese strutture trasversali reticolari di irrigidimento in acciaio zincato al disopra delle superfici di controsoffitto, con passo minimo pari a 10 m;
- sono comprese tutte le velette e i raccordi compresi in appalto;
- sono comprese in appalto zone rinforzate (doppio strato di gesso rivestito con interposta maglia in microfibra) in misura minima pari al 5% della superficie complessiva di tutti i controsoffitti presenti in stazione;
- noleggio, montaggio e smontaggio di impalcati, ponteggi (anche ponteggi speciali con sbalzi, passerelle, portici, sistemi di sospensione fissaggio e ritegno particolari) mezzi speciali di trasporto e sollevamento (muletti, bracci meccanici, trabattelli, …) sono completamente compensati attraverso le voci di prezzo previste in appalto. In particolare, il montaggio e smontaggio di ponteggi e impalcati si intendono completamente compensati nelle voci di prezzo in appalto, senza distinzione per il livello di stazione in cui è previsto il montaggio e senza distinzione alcuna per la quota dal piano di appoggio alla quale l'impalcato o ponteggio deve essere montato;
- nessun onere aggiuntivo è riconosciuto per le operazioni di montaggio e smontaggio che, per cause connesse ad interferenze con altri soggetti operanti in cantiere, si dovessero effettuare in modo non continuativo o a più riprese;
- in nessun caso, come prescritto nel Capitolato, sarà consentito ingombrare la via di corsa con ponteggi o impalcati di qualunque genere. In nessun caso l'Appaltatore avrà diritto ad alcun compenso aggiuntivo per quanto sopra prescritto;
- l'appaltatore ha l'obbligo di eseguire gli elaborati di cantierizzazione degli impalcati e ponteggi di cui sopra e di presentarli preventivamente, per approvazione, alla D.L. secondo i tempi e modalità di cui al C.S.A.

16.15.2 Controsoffitto in doghe o pannelli di alluminio (S3)

Sarà costituito da pannelli fonoassorbenti in lega di alluminio di dimensioni modulari con o senza foratura, verniciati a fuoco, del colore a scelta della D.L., compresa l'orditura regolabile da fissarsi alle strutture esistenti o da costruire e da compensare a parte; il tutto in modo da formare una superficie perfettamente piana ed orizzontale, compresi gli oneri per eventuali tagli e conseguenti sfridi dovuti a riduzione dei pannelli stessi in prossimità delle zone perimetrali e compresa pure la fornitura in opera della cornice esterna in profilato estruso di lega leggera anodizzato anch'essa per il raccordo dei pannelli con le pareti perimetrali dei locali.

Il controsoffitto sarà completato dalla fornitura di materassini di lana di roccia di spessore non inferiore a 25 mm.

16.15.2.1 *Fornitura e posa*

Controsoffitto realizzato in pannelli modulari in lastre di alluminio (spessore min. 12/10, modulo 60 x 60 cm), smontabili preverniciati (secondo colore RAL di qualunque tipo secondo comunicazione della D.L., anche non commerciale) con classe di reazione al fuoco “0”, superficie microforata con preapplicato materassino insonorizzante in lana di vetro (spessore max 5 cm; rivestito con fogli in materiale non infiammabile, classe di reazione al fuoco “0”), applicati tramite sistema a “clips” su doppia orditura metallica non in vista in acciaio zincato fissata al solaio tramite sistema di pendinatura con ganci a molla e aste in acciaio progettate per superfici di controsoffitti piani orizzontali ed inclinati. La struttura metallica sarà realizzata con profili perimetrali e portanti (orditura primaria e secondaria) a norma DIN 18182 appositamente progettati e messi in opera secondo gli elaborati di cantierizzazione preventivamente realizzati dall’Appaltatore sulla base del progetto architettonico e consegnati per approvazione alla D.L.. Spessore totale (pannelli + doppia orditura) circa 6 cm. La doppia sottostruttura sarà a sua volta ancorata alla struttura in c.a. della stazione in punti fissi, come da disegno costruttivo eseguito dall’Appaltatore, al fine di garantire la stabilità nella direzione orizzontale. Ogni tratto di superficie di controsoffitto (lunghezza massima del tratto nella direzione longitudinale pari a 10 m) sarà dotato di struttura di controvento di tipo reticolare eseguita con profili in acciaio zincato opportunamente dimensionati. Isolamento acustico della struttura metallica dalle pareti e dalla struttura portante tramite cuscinetti vinilici. La fornitura sarà comprensiva di tutte le superfici di collegamento tra quote diverse (velette, raccordi) e di tutti i pezzi speciali necessari per l’esecuzione di quanto previsto nel progetto architettonico e dei fori per l’alloggiamento dei terminali impiantistici (corpi illuminanti, altoparlanti, …) ad esclusione dei fori per i diffusori della ventilazione, comprese botole per ispezione in misura del 10% della superficie complessiva, con chiusura a chiave quadra o brucola e cerniere a scomparsa. Il comportamento acustico sarà migliorato con l’ausilio di fogli di TNT o altro materiale analogo protetti con materiali ignifughi, retroapplicati sul dorso non a vista del pannello. Le fughe ed i giunti tra i pannelli ed in corrispondenza di raccordi dovranno essere a regola d’arte garantendo regolarità e complanarità della superficie a vista, senza profili aggiuntivi di raccordo o di sostegno in vista.

16.15.3 Controsoffitto metallico in pannelli di alluminio scatolato (S3)

Controsoffitto in pannelli di alluminio composito dello spessore totale finito 4 mm, (spessore della lamiera di alluminio 0,5 mm) colore a scelta della D.L., costituito da due lamiere in lega di alluminio-magnesio Paraluman-100 (ALMg1) EN AW-5005 (AIMg1) in conformità a EN 485-2, e da un nucleo

minerale accoppiati con procedimento di fabbricazione in continuo che ne consente il taglio a misura, dim. 92x200. La faccia esterna è preverniciata a forno con sistema multistrato a base di vernici polimeriche di alta qualità (PVDF/FEVE) in conformità alla normativa E.C.C.A. comportamento al fuoco Classe B, s1, dO secondo EN 13501-1.

I pannelli dovranno essere con profilo scatolare e di dimensioni così come indicato nei grafici di progetto ovvero dalla D.L. all'atto dell'esecuzione. Le geometrie dovranno rispettare gli elaborati di progetto e dovranno essere incluse tutte le forature e/o altre predisposizioni, da realizzarsi alla fornitura e comunque secondo le istruzioni del fabbricante.

Sottostruttura con profili in acciaio zincato a caldo, di forme e dimensioni adatte ai carichi ed agli alloggiamenti previsti e comunque conformi ai grafici di dettaglio, dotata di opportuni elementi di fissaggio per l'ancoraggio alla soprastante struttura e per il sostegno dei sottostanti pannelli in lamiera. Il sistema di sostegno dei pannelli sarà completo di ogni elemento necessario al fissaggio degli stessi e sarà caratterizzato esclusivamente da acciaio di tipo antiossido.

L'ancoraggio deve garantire il fissaggio in sicurezza degli elementi rispetto a uno sganciamento accidentale anche in presenza di sisma e/o vibrazioni e al contempo garantire un agevole smontaggio per la manutenzione.

16.15.4 Controsoffitti in cartongesso (S5)

Controsoffittatura sospesa chiusa costituita da lastre prefabbricate di gesso cartonato dello spessore di 12,5/13 mm fissate mediante viti autoperforanti fosfatate ad una struttura costituita da profilati in lamiera d'acciaio zincata dello spessore di 6/10 ad interasse di 0,60 m. Finitura dei giunti eseguita con banda di carta e collante speciale compresa la sigillatura delle viti autoperforanti e ogni altro onere nessuno escluso:

- con lastra da mm 12,5 - 13
- con lastre resistenti al fuoco REI 120
- con lastra resistente all'umidità.

16.15.4.1 *Fornitura e posa*

Controsoffitti piani fonoassorbenti in lastre di gesso rivestito. Le lastre avranno sp. min. 12-13 mm, saranno rinforzate con strato di gesso di protezione con inserita maglia di microfibra minerale antisfondamento con classe di reazione al fuoco 0.

Le lastre saranno posate in pannelli sagomati (in funzione del disegno architettonico) montati con viti autoperforanti su doppia orditura metallica in acciaio zincato fissata al solaio con ganci a molla aste in acciaio e pendini. La struttura metallica sarà realizzata con profili perimetrali e portanti (orditura primaria e secondaria) a norma DIN 18182 appositamente progettati e messi in opera secondo gli elaborati di cantierizzazione preventivamente realizzati dall'Appaltatore sulla base del progetto architettonico e consegnati per approvazione alla D.L.. Spessore totale (lastre + doppia orditura) circa 7-8 cm. La doppia sottostruttura sarà a sua volta ancorata alla struttura in c.a. della stazione in punti fissi, come da disegno costruttivo eseguito dall'Appaltatore, al fine di garantire la stabilità nella direzione orizzontale. Ogni tratto di superficie di controsoffitto (lunghezza massima del tratto nella direzione longitudinale pari a 10 m) sarà dotato di struttura di controvento di tipo reticolare eseguita

con profili in acciaio zincato opportunamente dimensionati. Isolamento acustico della struttura metallica dalle pareti e dalla struttura portante tramite cuscinetti vinilici.

La fornitura sarà comprensiva di tutte le superfici di collegamento tra quote diverse (velette, raccordi), di tutti i pezzi speciali necessari per l'esecuzione di quanto previsto nel progetto architettonico e dei fori per l'alloggiamento dei terminali impiantistici (corpi illuminanti, altoparlanti, …) ad esclusione dei fori per i diffusori della ventilazione.

Gli angoli tra superfici piane e velette verticali saranno rinforzati da profili angolari in lega acciaio-alluminio (spessore 6/10 mm) laminati a freddo e inseriti "a scomparsa" nei pannelli opportunamente giuntati, stuccati e rifiniti. È altresì compresa la stuccatura di giunti, angoli, e delle teste delle viti in modo da garantire una superficie pronta per la finitura, compresa nella presente fornitura, realizzata tramite verniciatura bianca a spruzzo (riflessione luminosa del 67,5% a norma DIN 5033). Le fughe dovranno essere completamente nascoste dalla stuccatura e verniciatura uniforme della superficie. Alcune parti delle superfici presenti in progetto (secondo indicazioni della D.L. ed in percentuale minima del 5% del totale, saranno rinforzate, costituite da doppio strato di gesso rinforzato, con interposta maglia in microfibra. Sono comprese tutte le velette verticali e i raccordi previsti in progetto.

16.15.5 Fori nei controsoffitti

Prescrizioni per la realizzazione dei fori nel controsoffitto costituito da lastre di gesso rivestito, fibrocemento, pannelli metallici per l'alloggiamento dei diffusori per l'impianto di ventilazione e per altri terminali impiantistici di varia dimensione: saranno realizzati tramite speciale lavorazione di fresatura ed applicazione di cerchio metallico (diametro interno 50/60/70 cm, a seconda del tipo di diffusore) di finitura del foro in speciale profilo estruso in alluminio bianco preverniciato sagomato secondo i dettagli architettonici e fissato al controsoffitto tramite viti autofilettanti, compresa la stuccatura e verniciatura dei giunti e delle teste delle viti. Questo al fine di ottenere l'effetto "scuretto" intorno al foro del diffusore.

- Controsoffitto in pannelli di laminato decorativo compatto ad alta pressione (HPL) tipo TRESPA con finitura effetto doghe legno completo di sottostruttura metallica e pendini in acciaio.
- Controsoffitto in pannelli di laminato decorativo compatto ad alta pressione (HPL) tipo TRESPA con finitura effetto colore completo di sottostruttura metallica e pendini in acciaio.
- Controsoffitto metallico totalmente ispezionabile in pannelli di alluminio scatolato preverniciato tipo ALUCOBOND dimensioni 92x200 mm.
- Controsoffitto modulare in lastre di gesso rivestito certificate REI120, 60x60 costituito da orditura primaria e secondaria realizzate con profilati in lamiera in acciaio zincato sp. 6/10.

16.16 Coperture e pensiline

16.16.1 Prescrizioni generali

Le coperture devono essere dimensionate per le azioni di progetto con particolare riguardo al sisma, al vento, alle azioni termiche e a quelle dovute ai dispositivi di protezione anticaduta.

i sistemi di ancoraggio e aggancio devono essere certificati dal fornitore per le reali condizioni di esercizio e devono essere dimensionati in coerenza con le azioni di progetto: pressione/depressione treno, sisma, impianti, ecc. Il sistema di aggancio dovrà essere meccanico e munito di sistema antisvito.

- gli ancoraggi e fissaggi devono essere protetti da fenomeni dielettrici e di elettroerosione;
- le coperture devono essere protette dai contati diretti, indiretti e dalle scariche atmosferiche;
- le coperture devono essere dotate di idonei sistemi di protezione e anticaduta per la manutenzione;
- gli elementi di bordo, di raccordo con pareti verticali, camini, pali TE, gronde ecc., dovranno essere protetti dalle infiltrazioni d'acqua tramite apposite lattonerie, guaine e quanto altro necessario.

Tutti i prodotti e le opere dovranno essere conformi alle normative vigenti, certificati e marcati CE secondo le norme armonizzate EN con particolare riferimento alle seguenti:

- UNI EN 508-02:2008 - Prodotti di lastre metalliche per coperture - Specifiche per prodotti autoportanti in lastre di acciaio, alluminio o acciaio inossidabile - Parte 2: Alluminio
- UNI EN 14782:2006 - Lastre metalliche autoportanti per coperture, rivestimenti esterni e interni
- UNI 10372:2013 - "Coperture discontinue – Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e la manutenzione di coperture realizzate con elementi metallici in lastre"
- Tenuta all'acqua secondo UNI 8625/1 e ASTM E2140-01 per test di tenuta all'acqua allagamento con tenuta senza perdite fino a 25 cm, per almeno 6 ore
- 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
- UNI EN 14783:2013 - Lastre e nastri metallici totalmente supportati per coperture, rivestimenti esterni e interni - Specifica di prodotto e requisiti
- UNI 11442:2012 - Criteri per il progetto della resistenza al vento di coperture continue
- UNI 8089:2012 - Edilizia - Coperture e relativi elementi funzionali - Terminologia funzionale
- UNI 8178:2012 - Edilizia - Coperture - Analisi degli elementi e strati funzionali
- UNI 8627:2012 - Edilizia - Sistemi di copertura - Definizione e classificazione degli schemi funzionali, soluzioni conformi e soluzioni tecnologiche
- UNI 11418-2:2011 - Coperture discontinue - Qualifica della posa; addetto alla posa in opera delle coperture discontinue - Parte 2: Linea guida ed istruzioni per la posa in opera
- UNI 9029:2011 - Edilizia - Prodotti metallici per coperture discontinue - Classificazione descrittiva
- EC 1-2010 UNI 11345:2010 - Attività di controllo per le fasi di progetto, esecuzione e gestione di coperture continue
- UNI 11156/2006 parti 1, 2 e 3. - "Valutazione della durabilità dei componenti edilizi"
- Prova rumore provocato dalla pioggia su lamiera grecata

16.16.2 1.10.1 Pensilina metallica (D1)

La pensilina tipo D1 sarà composta dei seguenti strati:

- strato portante in lamiera grecata in acciaio zincato 0.6 mm A 55/P 600
- guaina impermeabilizzante 4+4 e freno al vapore 0,3 mm
- strato separatore in TNT
- strato isolante in pannelli semirigidi di lana di roccia Euroclasse A1
- sistema di rivestimento coibentato in alluminio, costituito da lastre fissate ancorate senza foratura ad apposite staffe in materiale plastico fissate queste alla struttura sottostante con viti auto-perforanti in acciaio zincato.

Le lastre di copertura metallica, profilate di lunghezza prevista da progetto, prive di giunzioni sulle falde lunghe, avranno fissaggio a scatto nascosto e canale di drenaggio. I materiali dovranno essere durevoli e riciclabili al 100% e di origine riciclata fino al 95%, ad alto SRI per ridurre l'effetto isola di calore, e prodotti da azienda certificata ISO 14001. La posa in opera e le soluzioni di bordo dovranno tenere in conto le dilatazioni del sistema e prevedere punti fissi ancorati alle strutture con ancoraggi dimensionati in coerenza alla lunghezza delle lastre, alla pendenza del tetto, ai sovraccarichi, alle linee vita, ecc. Dovranno parimenti essere consentite le dilatazioni di progetto con dettagli che garantiscano l'assenza di danno agli elementi di confine e la assoluta tenuta all'acqua dei diversi punti singolari (raccordi a parete, gronde ecc.).

La copertura della pensilina metallica sarà realizzata con pannelli sandwich tipo con giunti a scomparsa costituiti da profili di acciaio preverniciato, colore bianco/grigio, con interposto uno strato di lana di roccia.

16.16.3 Fenomeni dielettrici di elettroerosione

Qualora i metalli che compongono la struttura portante e i metalli che costituiscono le grondaie, le scossaline, i pannelli di copertura e gli elementi metallici in generale, siano diversi tra di loro, per eliminare fenomeni di elettroerosione, è indispensabile applicare sulle superfici di contatto dei materiali isolanti quali guarnizioni di polietilene, PVC adesive, ecc. In relazione al tipo di materiale utilizzato, (lamiera in acciaio o alluminio) è importante tenere in considerazione eventuali dilatazioni termiche dei materiali che possono variare sia in relazione agli sbalzi termici, sia in relazione alla lunghezza dell'elemento di copertura, con idonei accorgimenti quali perforare la lamiera con un diametro maggiore rispetto al diametro della vite.

16.16.4 Linee vita per le pensiline (metalliche e in calcestruzzo)

Tutte le pensiline saranno dotate di linee vita, sistema anticaduta tipo C con prodotti conformi alla norma EN795:2012.

Linea vita in acciaio inox, completata da punti di ancoraggio singoli in acciaio inox (n° 6/20 m) di linea vita e corredate di tutti i documenti previsti quali:

- progetto per il posizionamento della linea vita con relativi calcoli strutturali e di verifica degli ancoraggi;

- certificazione dei prodotti secondo la norma UNI EN 795;
- manuali tecnici di montaggio, uso e manutenzione e Piano Operativo della Sicurezza;
- dichiarazione di corretta posa/montaggio e conformità al progetto ed al manuale del produttore certificazione prodotti con garanzia minima 10 anni.

16.16.5 Verde pensile su copertura piana (D2)

l sistema di copertura del verde pensile avrà la seguente stratigrafia:

- Strato di protezione meccanica, elemento drenante e di accumulo idrico in polistirene espanso sinterizzato, con massa grezza 25 kg/m^3 ca, spessore 47 mm e capacità di accumulo idrico pari a 5/l/m^2 ca. Capacità drenante sul piano a 20 kPa (i=0.01) non inferiore a 1,44 l/m/s; Capacità drenante verticale non inferiore a 14,74 l/m^2/s;
- Volume d'aria libera con massimo accumulo idrico non inferiore a 18,8 l/m2.
- Elemento filtrante geotessile stabilizzante in fibre di polipropilene, spessore 1,35 mm (a 2 kPa) del peso di 220 g/m^2 (±10%). Indice di velocità VIH=50 di 85 mm/s (-30%), con apertura caratteristica dei pori d=90% di 0.08 mm (±30%).
- Strato colturale costituito da mix di inerti vulcanici, avente una granulometria entro i limiti definiti dal fuso granulometrico della UNI 11235/2015 e dalla massa volumica apparente secca compresa tra 650 e 750 kg/mc, un peso a saturazione di campo inferiore a 1'072 kg/m^3, PH compreso tra 7/8, CSC non inferiore a 16,3 m^2/100g, capacità di ritenzione idrica (pF07) non inferiore a 40% v/v, acqua disponibile non inferiore a 30% v/v; posa in ragione di 8 cm assestati.
- Fertilizzante di completamento a lento e graduale rilascio dei nutrienti, in granuli ricoperti, in ragione di 8 g/m^2 ogni cm di substrato; Azoto Totale 14%, Anidride Fosforica (solubile in acqua) 13%, Ossido di Potassio 12%.
- Strato vegetale costituito da erbacee perenni tappezzanti; la miscela in talee, è composta da diverse specie di Sedum in proporzioni e lunghezze variabili; messa a dimora in ragione di minimo 80 g/m^2.

16.17 Arredi

16.17.1 Panchina lineare (A1)

Panchina costituita da una coppia di supporti a "L" in pietra di marmo ricostituiti e da una seduta in listoni di legno ricomposto (WPC) sorretti da un telaio in angolare d'acciaio (dim. 190 x 45).

La pietra ricostruita è una miscela realizzata in composto di legante e inerti di granito o marmo, accuratamente lavati e vagliati, con buone performance tecnico-strutturali. Gli inerti vengono accuratamente selezionati e proposti in diverse versioni (granito, marmo bianco oppure marmo nero). Le superfici di pietra ricostituita sono trattate con apposite vernici ("Antidegrado") trasparenti satinate opache, che ne aumentano la durata e le capacità di resistenza agli effetti del dilavamento e alla comparsa di muffe e simili conferendo all'oggetto, inoltre, un aspetto naturale.

La seduta è in WPC ("Wood Plastics Composite"). costituito da elementi vegetali, come fibre o farine di legno, e materiale termoplastico.

16.17.2 Cestino portarifiuti in lamiera zincata (A2)

Cestino portarifiuti tondo in lamiera zincata punzonata e calandrata, capacità 32 l, con estremità superiore ribordata e fondello provvisto di fori per l'aerazione ed eventuale scarico di acqua, diam. 300 mm, altezza 450 mm, con dispositivo meccanico di chiusura, compreso ogni onere e magistero per il fissaggio a palo o a parete in lamiera zincata e verniciata RAL senza coperchio.

16.17.3 Mappa tattile (MT)

Le mappe tattili sono collocate su un supporto inclinato, installato a pavimento e realizzato in acciaio inox piegato senza spigoli vivi.

Il supporto è composto da un rivestimento in lamiera in acciaio inox sp. 2,5-3 mm piegato a freddo ancorato alla struttura scatolare in acciaio zincato per mezzo di elementi ad incastro e viterie di chiusura in punti non visibili.

Lo scheletro strutturale è ancorato al massetto per mezzo di apposite staffe e piastre di ancoraggio in acciaio zincato e tirafondi idoneamente ancorati alla struttura.

I profilati scatolari in acciaio zincato hanno uno spessore 3 mm e dimensione di circa 40x40 mm con giunti di saldatura a circa 30°, 90° e 120°.

La lamiera di acciaio inox di rivestimento (spessore 30/10 e max. 4 mm) è montata ad incastro e chiusa solidalmente alla struttura portante con staffe e bulloni su superfici nascoste.

ART. 17. IMPIANTI CIVILI

17.1 Applicazione dei criteri ambientali minimi

L'appalto è soggetto all'applicazione dei criteri ambientali minimi (CAM) riportati nel D.M. 11/10/2017.

L'analisi dei CAM applicabili all'edificio considerato è riportata nella relazione MGE1PDLGGENCOMR005-00_Relazione CAM.

Tale documento contiene i «Criteri ambientali minimi» da osservare nella fase di progettazione della nuova costruzione in oggetto. La relazione di verifica è stata sviluppata punto per punto con riferimento ai paragrafi del D.M. 11/10/2017 *"Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici"*.

La procedura adottata è la seguente:

(i). i criteri di tipo energetico così come i parametri di comfort ambientale sono stati valutati relativamente ai locali climatizzati e predisposti ad uso del personale;
(ii). i criteri di risparmio idrico e qualità ambientale interna sono stati sviluppati, per quanto applicabile, all'intera stazione;

(iii). il piano di manutenzione e la verifica a fine vita dei materiali così come i criteri specifici dei componenti verranno dettagliati nel progetto esecutivo e quindi in questa fase progettuale vengono unicamente richiamati a scopo prescrittivo.

In merito al punto (i) l'interpretazione che viene data è quella contenuta nel D. Lgs. 192/05 art. 3 comma 3-ter (3-ter Per gli edifici di cui al comma 3, lettera d), - i fabbricati isolati con una superficie utile totale inferiore a 50 metri quadrati - il presente decreto si applica limitatamente alle porzioni eventualmente adibite ad uffici e assimilabili, purché scorporabili ai fini della valutazione di efficienza energetica) di sviluppare lo studio energetico ambientale (ai sensi legge 10/91 e s.m.i.) per gli ambienti climatizzati ad uso del personale di stazione e nello specifico per i locali a servizio dell'agente di stazione e per il relativo bagno/spogliatoio.

Per ogni criterio è stata eseguita la verifica della applicazione negli elaborati grafici e documentali in fase di progetto come richiesto dal D.M. 11/10/2017.

Per i criteri non applicabili alla nuova edificazione in oggetto ne è stata esplicitata la motivazione.

Per i criteri oggetto di fasi progettuali successive o della fase di realizzazione (fase di cantiere) essi vengono richiamati nel documento "MGE1PDLGGENCOMR005-00_Relazione CAM" affinché essi siano applicati e verificati dall'Impresa Appaltatrice.

L'utilizzazione dei CAM definiti nel citato documento consente alla stazione appaltante di ridurre gli impatti ambientali degli interventi di nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione degli edifici, considerati in un'ottica di ciclo di vita.

Tale prescrizione è cogente per gli edifici pubblici ai sensi dell'art. 34 del D. Lgs. 18/04/2016 n. 50 "Codice degli Appalti Pubblici" come modificato dal D. Lgs. 19/04/2017 n. 56.

I criteri individuati costituiscono parte integrante del disciplinare tecnico elaborato in fase di progettazione definitiva dalla stazione appaltante in modo da indirizzare le successive fasi di progettazione.

In fase di esecuzione dei lavori non potranno essere apportate modifiche non coerenti con quelle contenute nella presente relazione in quanto saranno ammesse solo varianti migliorative rispetto al progetto oggetto dell'affidamento redatto nel rispetto dei CAM. Le eventuali varianti dovranno prevedere prestazioni superiori rispetto al progetto approvato.

Allo scopo di ridurre l'impatto ambientale dell'edificio/insediamento nella fase di uso, molto importante in relazione alla durata di vita media dei manufatti, il progetto esecutivo dovrà definire anche i principali criteri e modalità per la gestione degli stessi, che dovranno essere rispettati dall'organizzazione che se ne farà carico.

17.2 Applicazione dell'art. 55 del regolamento edilizio comunale (relazione energetico ambientale)

L'appalto è soggetto all'applicazione dell'art. 55 del Regolamento Edilizio Comunale della Città di Genova, che prevede l'adozione di specifici requisiti energetico-ambientali.

Trattasi di requisiti prestazionali degli edifici, all'efficienza energetica e al comfort abitativo, finalizzati al contenimento dei consumi energetici e idrici, all'utilizzo di fonti rinnovabili e di materiali ecocompatibili, alla riduzione delle emissioni inquinanti o clima alteranti, alla riduzione dei rifiuti e del consumo di suolo.

L'analisi dei requisiti applicabili all'edificio considerato è riportata nella relazione MGE1PDLGGENCOMR006-00_Relazione energetico ambientale.

17.3 Descrizione generale impianti meccanici

Gli impianti fluidomeccanici previsti in fase di progettazione definitiva sono i seguenti.

- Impianto idrico antincendio (stazione pompe, rete idranti e sprinkler);
- Impianto idrosanitario (rete di carico e scarico);
- Impianti di raffrescamento locali tecnici non di sistema;
- Impianto di riscaldamento e condizionamento box agente di stazione e bagno;
- Impianto di riscaldamento locale stazione pompe antincendio;
- Impianto di raffrescamento evaporativo atrio stazione.

Per semplicità, ai fini della presente relazione, la stazione si considera suddivisa in sei grandi aree:

1. Zona locali tecnici Sud

- Gruppo elettrogeno con serbatoio gasolio
- Locali UPS
- Centrale di condizionamento (motocondensanti gruppi refrigeratori)
- Locale SIAP
- Cabina elettrica MT/BT
- Locale QGBT
- Locali inverter fotovoltaico

2. Zona attraversamento

- Passo carraio
- Galleria pedonale

3. Zona atrio

- Locale telecomunicazioni SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)
- Locale spogliatoio e WC
- Atrio e zona tornelli
- Box ADS (Agente di Stazione) e n. 2 annessi locali a disposizione

4. Zona locali tecnici Nord

- Locale segnalamento / sezionatori

- Locali quadri secondari (n. 2)
- Ufficio movimento
- Locale pompe antincendio

5. Zona piano interrato

- Piano tecnico zona Sud
- Cavedio tecnico sottopasso carraio (parte di nuova realizzazione)
- Piano tecnico zona Nord

6. Zona piano del ferro

- Banchina Ovest
- Banchina Est

17.3.1 Prescrizioni generali

17.3.1.1 *Modalità esecutive delle opere*

I manufatti, gli impianti e le apparecchiature oggetto del presente Capitolato dovranno essere rispondenti, nel loro normale funzionamento di progetto, alla normativa riportata nella relazione illustrativa ove applicabile. Inoltre, dovranno essere corredati di tutti i manuali d'uso e di manutenzione, dei fogli delle specifiche tecniche e dell'elenco delle parti di ricambio redatti in lingua italiana.

Ad integrazione di quanto previsto nei vari articoli, si precisa che gli impianti fluidomeccanici in oggetto nel presente Capitolato, dovranno essere rispondenti alle norme UNI e alle norme CEI attualmente in vigore o progetti di norma in fase finale di inchiesta pubblica, in vigore alla data di presentazione delle offerte.

È a carico dell'Impresa appaltatrice e di sua esclusiva spettanza l'attuazione delle misure di sicurezza previste dai suddetti decreti, ivi compreso il controllo sull'osservanza da parte dei singoli lavoratori delle norme di sicurezza citate e sull'uso dei mezzi di protezione messi a loro disposizione e la predisposizione, prima dell'inizio dei lavori, del piano delle misure per la sicurezza fisica e per l'igiene dei lavoratori.

Tutti i lavori dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte, ed essere resi in opera completi, finiti e funzionanti, con tutte le apparecchiature di completamento necessarie, anche se non espressamente indicate sull'elenco dei materiali o sugli elaborati grafici.

Per tutte le categorie di lavori per le quali non si trovino prescritte speciali norme nelle presenti Prescrizioni Generali, l'Impresa dovrà seguire i migliori procedimenti della tecnica attenendosi scrupolosamente alla normativa e legislazione vigente in materia al momento dell'appalto.

17.3.1.2 *Prescrizioni generali sui materiali*

I materiali occorrenti per l'esecuzione delle opere appaltate dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio e senza difetti di sorta, lavorati secondo le migliori regole d'arte e provenienti

dai più accreditati Costruttori; dovranno inoltre essere forniti in tempo debito in modo da assicurare l'ultimazione dei lavori nel termine assegnato.

Con la dizione "a regola d'arte" si intendono materiali e componenti costruiti secondo le norme tecniche emanate dall'UNI e dal CEI, nonché nel rispetto della legislazione tecnica vigente in materia di sicurezza.

Tutti i materiali e gli apparecchi dovranno essere rispondenti alle norme UNI e CEI.

Tutti i materiali e componenti utilizzati dovranno avere idonee caratteristiche di comportamento al fuoco – reazione e resistenza al fuoco (determinate e certificate secondo le norme vigenti). Le caratteristiche dovranno essere certificate da laboratori autorizzati per quanto concerne la costruzione e dall'installatore per quanto riguarda la posa in opera. La documentazione dovrà essere predisposta secondo la modulistica VVF.

L'Impresa dovrà produrre per i materiali da impiegare tutti i certificati di idoneità, omologazione ad altri equipollenti rilasciati da Istituti Nazionali riconosciuti, come prescritto dalle normative vigenti, ed ogni altra eventuale dichiarazione richiesta dagli Enti sopra indicati.

Materiali e componenti utilizzati dovranno essere idonei e rispondenti al servizio al quale sono destinati ed all'ambiente di installazione, tenuto conto delle sollecitazioni elettriche, meccaniche, corrosive, termiche o dovute alla umidità cui saranno sottoposti nelle ordinarie condizioni di esercizio.

17.3.1.2.1 Note sulle prevalenze

I dati di prevalenza utile riportati nell'elenco per pompe e ventilatori sono stati ricavati in base alle ipotesi progettuali.

Essi dovranno essere verificati in sede di realizzazione delle opere sulla base delle effettive caratteristiche delle apparecchiature scelte e delle eventuali modifiche ai percorsi di tubazioni e canali che intervenissero nel corso dell'installazione.

17.3.1.3 *Verifiche e prove in corso d'opera degli impianti*

Durante il corso dei lavori, l'Amministrazione appaltante si riserva di eseguire verifiche e prove preliminari sugli impianti o parti di impianti, in modo da poter tempestivamente intervenire qualora non fossero rispettate le condizioni del Capitolato.

Si intendono tutte quelle operazioni atte a rendere l'impianto perfettamente funzionante, compreso il bilanciamento dei circuiti idronici, il bilanciamento delle distribuzioni dell'aria e relativa taratura, la taratura delle regolazioni, ecc., il funzionamento delle apparecchiature alle condizioni previste.

Le verifiche potranno essere le seguenti:

- la verifica preliminare atta ad accertare che la fornitura del materiale costituente l'impianto, quantitativamente e qualitativamente, corrisponda alle prescrizioni contrattuali;
- esami a vista;

- una prova idraulica delle reti di distribuzione interne all'edificio prima della chiusura di eventuali tracce;
- una prova idraulica delle condutture esterne all'edificio prima dell'interramento della tubazione.

In dettaglio le verifiche andranno eseguite con le seguenti modalità:

- Prova idraulica a freddo, se possibile man mano che si eseguono gli impianti ed, in ogni caso, ad impianti ultimati, prima di effettuare le prove di cui alle seguenti lettere b) e c). Si riterrà positivo l'esito della prova quando non si verifichino perdite e deformazioni. Le prove di pressione generali sui circuiti idraulici saranno eseguite alla pressione di prova uguale a 1,5 volte la pressione di esercizio (PN 10) lasciando il tutto sotto pressione per 2 ore.
- Prove preliminari di circolazione, di tenuta e di dilatazione con fluidi scaldanti e raffreddanti dopo che sia stata eseguita la prova di cui alla lettera a). Per gli impianti ad acqua calda, portando a 85 °C la temperatura dell'acqua nelle reti di distribuzione e negli apparecchi utilizzatori. Per le reti di adduzione del fluido refrigerante con aria o gas inerte in pressione.
- Per gli impianti di condizionamento invernale e termoventilazione dopo aver effettuato le prove di cui alla precedente lettera b), si procederà ad una prova preliminare di circolazione di aria;
- per gli impianti di condizionamento d'aria estivi dopo aver effettuato le prove di cui ai precedenti punti b) e c), si procederà anche alla prova preliminare della circolazione dell'aria raffreddata;
- saranno verificate le portate delle bocchette di mandata, di ripresa e dei diffusori. Si dovrà procedere, ove necessario, alle tarature dell'impianto;
- i gruppi condizionatori, termoventilatori ed i ventilatori dovranno essere fatti funzionare per un periodo sufficiente onde consentire il bilanciamento dell'impianto e l'eliminazione di sporcizia e polvere all'interno dei canali e delle apparecchiature.

Per questo periodo saranno impiegati filtri provvisori che si intendono a carico dell'Appaltatore. Tale operazione avverrà generalmente prima della posa di diffusori e bocchette.

Per le parti soggette ai regolamenti vigenti (A.S.L., I.N.A.I.L., Ispettorato del Lavoro, ecc.) l'Appaltatore dovrà provvedere a far eseguire tutte le prove e verifiche necessarie al fine di ottenere l'autorizzazione al regolare esercizio.

Tutte le prove di cui sopra dovranno essere eseguite in contraddittorio con l'Appaltatore e di ognuna sarà redatto apposito verbale.

S'intende che, nonostante l'esito favorevole delle verifiche e prove preliminari suddette, l'Appaltatore rimarrà responsabile delle deficienze che abbiano a riscontrarsi in seguito, anche dopo il collaudo e fino al termine del periodo di garanzia.

Le spese per le verifiche e le prove sopraddette saranno da ritenersi a carico dell'Impresa Assuntrice.

17.3.1.4 *Collaudo – verifiche e prove preliminari – impianti fluidomeccanici*

17.3.1.4.1 Verifiche e prove preliminari

Si intendono per verifiche e prove preliminari tutte quelle operazioni indispensabili passare dallo stato di "impianto ultimato' a quello di "impianto perfettamente funzionante". Tra queste sono comprese il bilanciamento dei circuiti d'acqua, bilanciamento delle distribuzioni dell'aria e relativa taratura. la taratura delle regolazioni e le prove di funzionamento delle apparecchiature alle condizioni previste.

Le verifiche e le prove preliminari di cui in appresso, si devono in ogni caso effettuare durante l'esecuzione delle opere ed in modo che esse risultino completate prima dichiarazione di ultimazione dei lavori: oltre a quanto dettagliato nel seguito, si devono applicare le prescrizioni delle specifiche relative ai provvedimenti contro la trasmissione delle vibrazioni e contro la rumorosità degli impianti.

Durante l'esecuzione dei lavori e comunque prima dell'ultimazione dei lavori, dovranno essere effettuate in particolare le seguenti prove e verifiche:

- Verifica preliminare intesa ad accertare che la fornitura del materiale costituente gli impianti quantitativamente e qualitativamente corrisponda alle contrattuali e che la posa in opera ed il montaggio di tubazioni, canalizzazioni, macchine, apparecchiature, prese ed ogni altro componente dell'impianto corretto.
  Per le tubazioni che corrono in cavedi chiusi od in tracce, le prove devono essere eseguite prima della loro chiusura. Si intende anche che le stesse prove siano eseguite prima della posa dell'eventuale isolamento.
- Prova idraulica a freddo con tubazioni ancora in vista e prima che si proceda a verniciature e coibentazioni: la prova deve essere fatta man mano che si esegue l'impianto, ed in ogni caso ad impianto ultimato, ad una pressione di 1,5 volte la pressione massima di esercizio (ma comunque non inferiore a 6 bar), e mantenendo tale pressione per 24 ore.
  Tutte le tubazioni in prova, complete di valvole, rubinetti o altri organi di intercettazione mantenuti in posizione "aperta", devono avere le estremità chiuse con tappi filettati o flange cieche, in modo da costituire un circuito chiuso; dopo aver riempito il circuito stesso, si sottopone a pressione la rete o parte di essa a mezzo di una pompa idraulica munita di manometro, inserita in un punto qualunque del circuito.
  Si ritiene positivo l'esito della prova quando non si verifichino fughe o deformazioni permanenti.
- Prova preliminare di circolazione, tenuta e dilatazione con fluidi scaldanti e raffreddanti, per controllare gli effetti della dilatazione o della contrazione nelle condutture dell'impianto, portando la temperatura nelle apparecchiature di trasformazione ai valori previsti e mantenendola per tutto il tempo necessario per l'accurata ispezione di tutto il complesso delle condutture e dei corpi scaldanti e refrigeranti.
  Si riterrà positivo il risultato delle prove se le dilatazioni, o le contrazioni, sulle tubazioni non avranno dato luogo a fughe di fluido o deformazioni permanenti.
- Prova delle reti di scarico
  L'intera rete di scarico potrà essere provata durante l'esecuzione dei lavori riempiendo i tubi

di scarico con acqua e verificando che il livello rimanga costante; per l'esecuzione della prova dovranno essere chiusi tutti gli stacchi con tappi ad espansione. Le colonne saranno provate a tratti di lunghezza pari a 10 m massimo.
Per quanto riguarda le fognature sub-orizzontali (nere e meteoriche), completate le operazioni di montaggio e/o prima del rinterro, dovrà essere eseguita, la prova di tenuta e di impermeabilità delle giunzioni di tutti i tratti di canalizzazione.
La prova sarà eseguita chiudendo con tappi le estremità dei tubi da esaminare: la tubazione sarà quindi riempita con acqua, e sottoposta alla pressione di 5 m di colonna d'acqua; durante il tempo prescritto la pressione dell'acqua deve rimanere costante.
Durante tale prova non dovranno verificarsi perdite in corrispondenza dei giunti, in caso contrario la prova sarà ripetuta dopo le riparazioni o l'eventuale sostituzione dei tubi.

A lavori ultimati dovranno essere effettuati i seguenti controlli:

- controllo del corretto funzionamento dell'impianto di climatizzazione consistente nel:
  - verificare visivamente che i componenti degli impianti siano installati regolati correttamente;
  - controllare i sistemi di filtrazione dell'aria.
- controllo della distribuzione dell'acqua per uso sanitario consistente nel:
  - controllare visivamente che gli organi di intercettazione e di regolazione siano accessibili;
  - controllare che siano state correttamente eseguite le procedure di pulitura e sgrassaggio delle tubazioni;
  - controllare il riempimento e la pressurizzazione dei sistemi di espansione;
  - controllare la possibilità di vuotare tutte le tubazioni e di sfogare l'aria dai punti più alti.
- controllo della strumentazione consistente nel:
  - controllare l'installazione della prevista strumentazione, provvedendo a:
    - localizzare i punti di misura in relazione allo schema funzionale dell'impianto;
    - identificare i vari tipi di strumenti di misura installati e la loro scala di lettura, che deve essere in accordo alla entità delle grandezze da misurare;
    - verificare l'agevole lettura di ciascun strumento installato;
    - tarare i singoli strumenti;
- controllo dei dispositivi di sicurezza;
- controllo dei motori elettrici e dei mezzi di trasmissione meccanica;
- controllo delle lubrificazioni.

17.3.1.4.2 Documenti per il collaudo

Prima delle operazioni di collaudo finale l'Assuntore dovrà fornire al Committente in triplice copia su carta e su supporto informatico digitale:

- la dichiarazione di conformità degli impianti con tutti i relativi allegati obbligatori
- una serie completa dei disegni esecutivi delle opere aggiornata a cura e spese dell'Assuntore e comprensiva delle eventuali modifiche effettuate in corso d'opera
- le caratteristiche specifiche e le certificazioni relative a tutti i materiali utilizzati per la realizzazione degli impianti
- tutte le pratiche e le denunce presentate ai diversi Enti e le autorizzazioni ottenute.
- tutti i manuali di conduzione e manutenzione delle opere, degli impianti e delle apparecchiature, redatti dalle Case costruttrici.

17.3.1.4.3 Collaudo finale – impianti fluidomeccanici

Una volta eseguite le operazioni preliminari si procederà al collaudo, che avrà lo scopo di accertare il perfetto funzionamento dell'impianto e la rispondenza a quanto prescritto.

Dove possibile per i collaudi varranno le Norme UNI vigenti relative.

I collaudi consisteranno in collaudi in officina, collaudi provvisori e collaudi definitivi che comprendono:

- collaudo tecnico definitivo impianti idrosanitari ed antincendio
- collaudo tecnico definitivo impianti di condizionamento che consisterà in:
    - collaudo definitivo estivo
    - collaudo definitivo medio stagionale
    - collaudo definitivo invernale
- collaudo dei quadri elettrici di bordo macchina.

17.3.1.4.4 Collaudi in officina

Verranno effettuati alla presenza degli Ispettori del Committente gli eventuali collaudi di materiali e macchinari previsti nelle specifiche tecniche e pertanto detti Ispettori avranno libero accesso nelle officine dell'Appaltatore e Subfornitori dello stesso, I verbali dovranno essere consegnati al Committente prima della spedizione dei materiali.

Per i materiali e le apparecchiature sottoposti a collaudo da parte di Enti ufficiali dovranno essere forniti i relativi certificati prima della loro installazione.

Di questo tipo saranno anche i bollettini di taratura dei contatori di energia ed i certificati di collaudo dei materiali antideflagranti.

17.3.1.4.5 Collaudi Provvisori

I collaudi provvisori degli impianti saranno eseguiti in conformità a quanto prescritto dal Capitolato Generale d'Appalto ed in particolare con quanto di seguito specificato: l'Appaltatore dovrà sottoporre al Committente, onde ottenerne l'approvazione, la procedura di collaudo entro i termini previsti dal Contratto di Appalto e compatibili con il programma di esecuzione dei lavori.

17.3.1.5 *Collaudi definitivi - impianti di riscaldamento, termoventilazione, condizionamento*

Ove ci siano impianti di condizionamento od a funzionamento stagionale si procederà ad un collaudo estivo e ad un collaudo invernale.

17.3.1.5.1 Collaudo invernale

Il collaudo invernale avrà luogo durante la stagione invernale corrente successiva all'accettazione dell'impianto ed alle operazioni preliminari di collaudo, in un periodo generalmente compreso tra il 10 dicembre ed il 28 febbraio.

La data di inizio del collaudo dovrà essere successiva di almeno 2 mesi al completamento dell'edificio.

17.3.1.5.2 Collaudo estivo

Il collaudo estivo avrà luogo durante la stagione estiva successiva all'accettazione dell'impianto ed alle operazioni preliminari di collaudo, in un periodo generalmente compreso tra il 15 giugno ed il 30 agosto.

La data di inizio del collaudo dovrà essere successiva di almeno 2 mesi al completamento dell'edificio.

In tale occasione saranno definite tutte le varianti e l'Appaltatore dovrà consegnare le norme di esercizio e di manutenzione degli impianti; se del caso, i disegni "AS BUILT" già consegnati nei termini previsti dal Contratto d'Appalto saranno aggiornati con onere a carico dell'Appaltatore secondo le varianti rilevate.

I collaudi tecnici definitivi saranno eseguiti in conformità con quanto prescritto dal Capitolato Generale d'Appalto e avranno lo scopo di accertare che le prestazioni impianti siano rispondenti agli impegni contrattuali ed alle garanzie nelle varie stagioni (estivo, media stagione e invernale per gli impianti di riscaldamento e condizionamento).

I collaudi saranno effettuati con l'impianto di regolazione ultimato e operante.

Le modalità di esecuzione del collaudo saranno conformi alle procedure concordate tra il Committente e l'Appaltatore.

17.3.1.5.3 Procedure di verifica dell'avviamento

Durante le fasi di avviamento dovranno essere effettuate in particolare le seguenti verifiche e messe a punto:

- verifica di funzionamento dei motori elettrici, con verifica del senso di rotazione;

- verifica dei dati relativi alla protezione termica;
- verifica di tenuta di premistoppa e guarnizioni;
- messa a punto delle trasmissioni meccaniche, con particolare riguardo verso quelle a cinghia;
- verifica di funzionamento dei dispositivi di sicurezza;
- messa a punto dei loops di regolazione e loro memorizzazione;
- verifica del corretto funzionamento di pompe e ventilatori;
- verifica del corretto funzionamento di scambiatori di calore;
- verifica del corretto funzionamento dei sistemi di filtrazione dell'aria.

In sede di finitura dovrà poi essere verificato lo stato di pulizia dell'impianto (rimozione dei rivestimenti provvisori di protezione, rimozione di adesivi e targhettature non contenenti specifiche istruzioni, pulitura delle superfici verniciate in fabbrica o da non verniciare, preparazione delle superfici da verniciare), dovrà essere inoltre controllata l'avvenuta applicazione delle targhette, nastrature e quanto altro necessario per l'identificazione di canali, tubazioni, organi di regolazione, organi di intercettazione e strumenti di misura, singoli componenti e dei fluidi presenti nei circuiti.

17.3.1.5.4 Procedure di collaudo

Il collaudo deve tendere all'accertamento del buon funzionamento dell'impianto e delle parti che lo compongono.

Sarà eseguito in conformità a quanto previsto nelle norme:

- UNI EN 378-1:2017 Sistemi di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza e ambientali - Parte 1: Requisiti di base, definizioni, criteri di classificazione e selezione
- UNI EN 378-2:2017 Sistemi di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza e ambientali - Parte 2: Progettazione, costruzione, prova, marcatura e documentazione
- UNI EN 378-3:2017 Sistemi di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza e ambientali - Parte 3: Sito di installazione e protezione delle persone
- UNI EN 378-4:2020 Sistemi di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza e ambientali - Parte 4: Conduzione, manutenzione, riparazione e recupero
- UNI 10339:1995 Impianti aeraulici al fine di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura

Costituirà primario oggetto del collaudo il controllo, a mezzo di misura, delle grandezze fisiche che hanno influenza sul benessere termoigrometrico delle persone; dovranno essere controllati nella zona occupata dalle persone i valori delle seguenti grandezze:

- temperatura
- umidità relativa
- velocità dell'aria
- livello di pressione sonora
- portata

Per quanto riguarda il controllo della qualità dell'aria dovranno essere oggetto di misura le seguenti grandezze:

- portata aria esterna
- portata aria ricircolata
- ΔP dei filtri puliti

Dovranno essere eseguite almeno tre serie di prove, curando che le condizioni di funzionamento possano essere considerate a regime o comunque entro le tolleranze previste.

La prima serie di prove si effettuerà facendo funzionare al massimo carico tutte le apparecchiature costituenti l'impianto o nel loro complesso o singolarmente considerate.

Raggiunte le condizioni di regime saranno effettuate tutte le misure dirette e i calcoli atti a determinare l'efficienza e le prestazioni delle apparecchiature.

La seconda serie di prove consisterà nell'esecuzione di tutte le misure atte ad accertare se l'impianto è in grado di mantenere le condizioni termoigrometriche interne contrattuali al variare delle condizioni esterne.

La terza serie di prove consisterà nel verificare l'efficienza del sistema di regolazione automatica, cioè la capacità dell'impianto di mantenere le condizioni di progetto interne in presenza di cause che possono modificare la situazione di regime (condizioni meteorologiche, carichi sensibili e/o latenti interni, modifiche delle tarature e altro).

Producendo una serie di azioni destabilizzanti con effetto equivalente a quello generato dalle cause esterne si misurerà la velocità con cui varieranno le grandezze fisiche correlate al benessere termoigrometrico degli occupanti.

17.3.1.5.5 Misura della temperatura ambiente

La misura della temperatura interna sarà effettuata al centro del locale, ad una altezza di 1,5 m dal pavimento e con gli opportuni accorgimenti atti ad evitare possibili influenze radianti sull'elemento sensibile.

La tolleranza per i valori della temperatura così misurati rispetto a quelli previsti in contratto sarà, salvo esplicite diverse indicazioni, ± 1,0 °C.

La disuniformità di temperatura sarà verificata controllando le differenze di temperatura riscontrate tra un qualunque punto della zona occupata dalle persone e la temperatura interna come sopra definita.

La differenza fra tali valori risultanti da misure effettuate contemporaneamente nello stesso ambiente non dovrà superare 1 °C.

La differenza fra tali valori risultanti da misure effettuate contemporaneamente in più ambienti serviti dallo stesso impianto, non dovrà superare 1°C in inverno e 2°C in estate.

Più misure permetteranno di rilevare eventuali disuniformità di temperatura. La differenza tra i valori misurati all'interno dello stesso locale non dovrà superare 1 °C, mentre, salvo indicazione contraria, tra locali serviti dallo stesso impianto le differenze non dovranno superare 1 °C in inverno e 2 °C in estate.

La tolleranza per i valori di temperature misurati rispetto ai valori di contratto è, salvo esplicite indicazioni diverse, di ± 0,5 °C in inverno e di ± 1 °C in estate.

17.3.1.5.6 Misura della temperatura esterna

Nelle prove relative al funzionamento invernale per temperatura esterna si intende la media delle seguenti 4 temperature misurate nelle 24 h precedenti il collaudo, e precisamente nel periodo tra l'ora in cui si iniziano le misure della temperatura interna e la stessa ora del giorno precedente, le misure saranno effettuate a Nord con termometro riparato dalle radiazioni a 2 m dal muro dell'edificio: la massima, la minima, quella delle ore 8 e quella delle ore 19. In caso di dubbio, si assume la media del diagramma reale delle temperature nelle 24 h anzidette rilevate con apparecchio registratore continuo.

Nelle prove relative al funzionamento estivo, salvo esplicita diversa indicazione, si misurerà la media registrata della temperatura esterna all'ombra, nel periodo stesso delle misure di temperatura interna, che saranno effettuate dopo che l'impianto abbia raggiunto condizioni di regime, durante le ore più calde del giorno, dalle ore 12 alle ore 16.

17.3.1.5.7 Misura della umidità relativa

La misura dell'umidità relativa all'interno degli ambienti sarà effettuata con apposito psicrometro ventilato in modo analogo alla misura della temperatura ambiente, così come la misura dell'umidità relativa media esterna.

Ciascuno dei due termometri dello strumento dovrà avere una sensibilità tale da consentire di apprezzare variazioni di temperatura di 0,25 °C.

La tolleranza dei valori dell'umidità relativa, misurata all'interno, rispetto a quelli prescritti in contratto, salvo esplicita diversa indicazione, è del ±5%.

Il rilievo dell'umidità relativa all'esterno dovrà essere effettuato nella stessa posizione in cui si misura la temperatura e contemporaneamente ai rilievi di temperatura e umidità relativa interna.

17.3.1.5.8 Misura della velocità dell'aria

I valori della velocità dell'aria nella zona occupata dalle persone potranno essere rilevati mediante anemometro a filo caldo o altro strumento in grado di garantire una precisione del 5%.

Salvo esplicita diversa indicazione, la velocità dell'aria, nella zona occupata dalle persone, non deve superare in alcun punto il valore di 0,25 m/s.

17.3.1.5.9 Misura della portata d'aria

Le misure di portata dovranno accertare che le quantità di aria per un dato ambiente siano quelle corrispondenti a valori prefissati o garantiti.

In particolare, dovrà essere verificato che la quantità d'aria esterna di ventilazione non sia minore dei limiti prestabiliti.

La misura della portata d'aria nei canali dovrà essere effettuata in una sezione dove i filetti fluidi siano paralleli e quindi in un tratto rettilineo sufficientemente esteso.

Per la misura potranno essere impiegati anenometri a filo caldo od a mulinello quando sia sufficiente l'approssimazione del 10%, o il tubo Venturi ed il tubo Pitot-Prandtl quando si debbano ottenere precisioni maggiori. Per misure su sezioni ampie saranno effettuate più misure, calcolando poi un valore medio di velocità dell'aria e quindi di portata secondo ASHRAE 111-1988.

In ogni caso le misure di portata saranno ripetute più volte per ogni rilevazione.

17.3.1.5.10 Prova di tenuta

Ogni circuito di canale dovrà essere sottoposto a collaudo a una pressione corrispondente alla massima statica utile di progetto + 10%, previa chiusura con tappi di tutti i tee e le sezioni terminali per una durata di almeno 30 minuti primi.

La prova deve essere eseguita con aria pompata nel circuito da adatto ventilatore (di fornitura dell'Appaltatore).

Una volta chiusa la serranda di intercettazione sulla bocca premente del ventilatore di pressurizzazione, i valori di pressione letti al quindicesimo e al trentesimo minuto primo, con le opportune correzioni dovute alle variazioni di temperatura, potranno risultare differenti per una percentuale del 5%. Del buon esito della prova su ciascun tratto di circuito dovrà essere redatto verbale firmato dal responsabile di cantiere dell'Appaltatore e controfirmato dal tecnico designato dal Committente.

17.3.1.5.11 Misura dell'efficienza di filtrazione dell'aria

La misura di efficienza sarà effettuata secondo il metodo EUROVENT 4/5 secondo le classi di filtrazione stabilite nel seguito della presente specifica alla voce "sezioni filtranti".

17.3.1.6 *Collaudi definitivi - impianti idrici e di scarico*

17.3.1.6.1 Generalità

Le prove e le verifiche sia in corso d'opera che in sede di collaudo devono essere eseguite in conformità alle normative e prescrizioni vigenti (Ente erogatore acqua, Servizio d'igiene, Vigili del Fuoco, ISPESL, UNI, C.E.I.) e secondo le modalità indicate nelle Norme:

- UNI 9182 "Impianti di alimentazione e distribuzione di acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione".

- UNI EN 12056-2 “Sistemi di scarico funzionanti a gravità all’interno degli edifici. Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo”.
- Norma sperimentale C.T.I.M.A. n°12.

17.3.1.6.2 Controllo preliminare

Il controllo preliminare di tipo sostanzialmente visivo deve assicurare che il montaggio delle diverse parti dell’impianto sia stato perfettamente eseguito a regola d’arte, che la tenuta dei collegamenti fra apparecchi, rubinetteria e tubazioni sia perfetta e che l’insieme sia corrispondente alle prescrizioni di capitolato.

17.3.1.6.3 Prove e verifiche in corso d’opera

Sono le prove e verifiche da effettuare su materiali e parti di impianto non più accessibili una volta completati i lavori senza interventi di carattere distruttivo.

17.3.1.6.4 Prove idrauliche e prove di tenuta

Le prove idrauliche e le prove di tenuta devono essere effettuate come previsto nelle specifiche relative alle tubazioni.

17.3.1.6.5 Prove e verifiche finali

Sono le prove e verifiche da effettuare ad impianto ultimato e funzionante da un tempo predeterminato con lo scopo di accertare la conformità dell’insieme dell’opera, come consistenza., funzionalità e prestazioni, alle prescrizioni contrattuali, alle norme di sicurezza e di buona tecnica.

17.3.1.6.6 Verifica della rumorosità dell’impianto

La verifica deve accertare l’assenza di vibrazioni e rumori durante il funzionamento degli scarichi nonché quelli conseguenti a colpo d’ariete sulle reti idriche, al di fuori degli ambienti dove sono installati gli impianti sotto esame.

17.3.1.6.7 Risultati delle prove

Tutti i risultati dei collaudi relativi alle misure sopra citate saranno raccolti in apposite schede redatte dall’Appaltatore. Ogni scheda sarà redatta relativamente ad un gruppo di ambienti, serviti dallo stesso impianto, o per il singolo ambiente nel caso di impianti dedicati.

17.3.1.6.8 Documentazione

Al termine del lavoro l’Appaltatore dovrà rigorosamente redigere un manuale di conduzione degli impianti realizzati.

I manuali operativi sono essenziali per permettere al Committente di gestire correttamente i sistemi; raggiungere gli obiettivi progettuali dei sistemi; mantenerli nelle corrette condizioni di lavoro; far partire, operare, fermare i sistemi e intraprendere i necessari lavori di manutenzione.

A questo scopo i manuali devono contenere tutte le informazioni tecniche necessarie su ogni singolo equipaggiamento e su ogni componente che sia stato installato.

Inoltre, i manuali relativi a ogni sistema devono contenere informazioni sugli intenti progettuali, sui risultati delle prove di funzionamento:

- dati tecnici e descrizione degli impianti:
- caratteristiche tecniche di tutte le apparecchiature realmente installate con curve caratteristiche dei ventilatori delle pompe, ecc.;
- monografie di tutte le macchine ed apparecchiature installate; in particolare, si richiede l'elenco della componentistica delle macchine stesse con riportato: marca, modello, ecc.;
- monografie del sistema di regolazione automatica con schemi funzionali in cui è indicata l'effettiva taratura delle singole apparecchiature così come fissato al collaudo dell'impianto;
- norme di conduzione impianto:
    - controlli da eseguire prima dell'avviamento stagionale degli impianti;
    - operazioni per l'avviamento e spegni mento degli impianti; operazioni da eseguire all'arresto stagionale degli impianti;
    - operazioni di manutenzione ordinaria;
- interventi da eseguire in caso di anomalie degli impianti;
- schemi elettrici funzionali e multifilari con riportata la numerazione delle morsettiere e dei cavi elettrici di collegamento;
- elenco pezzi di ricambio;
- disegni aggiornati degli impianti, con riportate le portate d'aria e d'acqua, la posizione delle sonde di temperatura, dei termostati, ecc.;
- indice del volume.
- come il singolo sistema sia inserito nell'edificio dando la posizione di ogni macchina e componente;
- il sistema di controllo;
- i controlli di routine che devono essere fatti e lo schema del documento su cui riportare i parametri di funzionamento di progetto da confrontare con quelli durante i controlli;
- la lista dei pezzi di ricambio da tenere pronti e l'elenco di tutti gli attrezzi necessari.

I manuali devono essere preparati in modo tale che un tecnico, che non abbia nessuna conoscenza precedente del progetto, li possa usare per condurre gli impianti e farne la manutenzione.

Per ottenere questo scopo, i manuali devono essere completi e deve esserci un manuale scritto specificatamente per ciascuno dei sistemi presenti nell'edificio.

La documentazione relativa agli impianti realizzati sarà suddivisa in tre sezioni:

- documentazione tecnica e certificati
- istruzioni per il funzionamento
- istruzioni per la manutenzione

Della sezione a) faranno parte i seguenti documenti:

- documentazione tecnica delle apparecchiature installate;
- certificati e verbali di ispezione ufficiali;
- rapporti di controlli, verifiche, messe a punto e prove effettuate in sede di realizzazione e di collaudo dell'impianto;
- certificati di omologazione delle apparecchiature.

Della sezione b) faranno parte i seguenti documenti:

- descrizione dell'impianto;
- dati di funzionamento, in forma di tabelle, per tutte le condizioni di funzionamento previste dal progetto;
- descrizione delle procedure di avviamento e arresto dell'impianto e delle procedure di modifica del regime di funzionamento;
- descrizione delle sequenze operative con identificazione codificata dei componenti di impianto schemi funzionali e particolari costruttivi significativi;
- schede delle tarature dei dispositivi di sicurezza;
- schede delle tarature dei dispositivi di regolazione.

Della sezione c) faranno parte i seguenti documenti:

- istruzioni per l'esecuzione delle operazioni di manutenzione periodica (trattamento acqua, filtri, verifica strumentazione, ecc.);
- elenco delle parti di ricambio codificate;
- fogli di catalogo relativi ai principali componenti di impianto.

17.3.1.7 *Obblighi ed oneri compresi*

Nei prezzi netti contrattuali sono compresi e compensati sia tutti gli obblighi ed oneri generali e speciali richiamati e specificati nel presente Capitolato e negli altri atti contrattuali, sia gli obblighi ed oneri che, se pur non esplicitamente richiamati, devono intendersi come insiti e consequenziali nell'esecuzione delle singole categorie di lavoro e nel complesso delle opere, e comunque di ordine generale e necessari a dare i lavori compiuti in ogni loro parte e nei termini assegnati.

Pertanto, l'Assuntore nel formulare la propria offerta, terrà conto, oltre che di tutti gli oneri menzionati anche di tutte le particolari lavorazioni e rifiniture eventuali che fossero state omesse negli atti e documenti del presente appalto, ma pur necessarie per rendere funzionali le opere in ogni particolare e nel loro complesso, onde dare le opere appaltate complete e rispondenti sotto ogni riguardo allo scopo cui sono destinate.

Nei prezzi netti contrattuali si intende quindi essere compresa e compensata ogni spesa principale ed accessoria, ogni fornitura, ogni consumo, l'intera mano d'opera specializzata, qualificata e comune; ogni carico, trasporto e scarico in ascesa e in discesa; ogni lavorazione e magistero per dare i lavori completamente ultimati nel modo prescritto e ciò anche quando non sia fatta esplicita dichiarazione

nelle norme di accettazione e di esecuzione sia nel presente Capitolato che negli atti d'appalto, compreso nell'elenco prezzi, ed ogni spesa generale nonché l'utile per l'Assuntore.

Sono da ritenere a carico dell'Appaltatore tutti gli obblighi ed oneri relativi alle opere oggetto di appalto che non siano espressamente esclusi nei documenti di appalto.

Durante l'esecuzione dei lavori l'Appaltatore dovrà osservare tutte le prescrizioni del presente Capitolato, di tutti gli atti facenti parte del contratto, delle norme in essi richiamate nonché di tutte le disposizioni di Organi Statali, Regionali, Provinciali, Comunali competenti in materia, vigenti o che venissero eventualmente emanate nel periodo di esecuzione dei lavori.

L'Appaltatore dovrà garantire sotto la propria responsabilità l'attuazione di tutti i provvedimenti e di tutte le condizioni atte ad evitare infortuni, secondo le leggi vigenti.

17.3.1.8 *Obblighi ed oneri specifici in relazione alle distribuzioni fluidiche*

Tutti gli **staffaggi** delle tubazioni e delle canalizzazioni (queste ultime nei tratti principali, appartamenti esclusi essendo questi ultimi serviti da tubazioni in materiale plastico) dovranno essere calcolati e certificati come **antisismici**.

17.3.1.9 *Oneri e obblighi diversi a carico dell'impresa*

Sono a carico dell'Impresa la fornitura di tutti i materiali, mano d'opera, mezzi ed attrezzature di lavoro, trasporti e servizi e quanto altro possa comunque occorrere, anche se non specificatamente contemplato nel Capitolato, per eseguire nei termini stabiliti i lavori appaltati e consegnarli ultimati a perfetta regola d'arte e in grado di essere normalmente usati per lo scopo cui sono destinati.

Gli impianti alla consegna dovranno essere in condizioni di perfetto funzionamento, che viene garantito, e collaudabile. Si intendono comprese nella fornitura e compensate dai prezzi:

- il trasporto in cantiere e il posizionamento di tutti i materiali facenti parte delle opere appaltate;
- qualunque opera, provvista e spesa in genere, necessaria per ottenere gli impianti completi sotto ogni riguardo, intendendosi che ogni cosa, nel modo più ampio, è compresa nel prezzo convenuto e ciò indipendentemente da qualsiasi omissione od imperfezione della descrizione;
- la mano d'opera specializzata, qualificata e la manovalanza occorrente al completo montaggio in opera dei materiali, macchinari e attrezzature;
- la mano d'opera, l'assistenza tecnica e le spese occorrenti per le prove ed i collaudi;
- la fornitura a lavori ultimati, al committente, di tre copie dei disegni e copia informatica del progetto esecutivo con le varianti eventualmente effettuate nel corso dei lavori, in modo da lasciare una esatta documentazione dell'opera eseguita.

L'Appaltatore dovrà redigere e fare approvare dalla Committenza un programma di esecuzione dei lavori dettagliato in quanto a tempi e opere.

L'Impresa Installatrice dovrà avvalersi dell'assistenza tecnica di un responsabile dell'andamento dei montaggi in cantiere. Essa inoltre dovrà redigere o far redigere a sua cura e spese da tecnico abilitato

i disegni di dettaglio esecutivo degli impianti oggetto del contratto che si rendessero eventualmente necessari.

Tali elaborati, che saranno redatti sulla base del progetto generale esecutivo contrattuale, saranno presentati alla Committenza per l'approvazione prima dell'inizio lavori.

Tutte le attrezzature di lavoro, i quadri e le linee elettriche di cantiere, i ponteggi, i mezzi d'opera, le impalcature, le utensilerie e quant'altro utilizzato durante il corso dei lavori, dovrà essere perfettamente conforme alle normative di sicurezza vigenti.

17.3.1.10 *Commissioning*

La ditta appaltatrice dovrà garantire la gestione e la manutenzione degli impianti per 2 anni a partire dalla data del collaudo. La fase del commissioning dovrà comprendere la formazione del personale che si dovrà occupare della futura gestione degli impianti al fine di garantire nel tempo il loro funzionamento ottimale.

17.3.1.11 *Garanzia degli impianti*

Oltre alle maggiori garanzie stabilite dal C.C., le opere si intendono protette da garanzia da parte della Ditta Appaltatrice per il periodo di ventiquattro mesi a partire dalla data di approvazione del Certificato di regolare esecuzione. Si intende, per garanzia degli impianti, entro il termine precisato, l'obbligo che incombe alla ditta Appaltatrice, di riparare tempestivamente, a sue spese, comprese quelle di verifica, tutti i guasti e le imperfezioni che si manifestino negli impianti per effetto della non buona qualità dei materiali o per difetto di montaggio.

Tutte le opere appaltate e tutti i materiali forniti ancorché di altrui costruzione saranno garantiti dalla Ditta Installatrice da ogni difetto o vizio, salvo per i casi imputabili ad errori o negligenza di conduzione, di gestione o manutenzione, sempreché tali compiti non siano stati affidati alla Ditta medesima o ad altra Impresa ad essa collegata.

17.3.2 Norme tecniche di riferimento

L'appalto sarà soggetto alla puntuale osservanza di tutta la legislazione e la normativa che regolamenta il settore, di cui l'elenco allegato costituisce riferimento indicativo ma in nessuno modo limitativo.

Igiene e sicurezza sul lavoro

D.Lgs. 09/04/08 n° 81	Attuazione dell'art. 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro

Sicurezza impianti

D.M. 22/01/08 n° 37	Regolamento concernente l'attuazione dell'art. 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici

Igiene ambientale

D.Lgs. 3/04/2006 n° 152 e s.m.i.	Norme in materia ambientale

Prevenzione incendi

D.M. 21/10/2015	Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane
D.M. 20/12/2012	Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro l'incendio installati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi

Impianti idrici antincendio

Norma UNI 10779:2014	Impianti di estinzione incendi - Reti di idranti - Progettazione, installazione ed esercizio
Norma UNI EN 12845:2015	Installazioni fisse antincendio - Sistemi automatici a sprinkler - Progettazione, installazione e manutenzione
Norma UNI 11292:2019	Locali destinati ad ospitare gruppi di pompaggio per impianti antincendio - Caratteristiche costruttive e funzionali

Impianti di condizionamento

Norma UNI EN 378-1:2017	Sistemi di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza e ambientali - Parte 1: Requisiti di base, definizioni, criteri di classificazione e selezione
Norma UNI EN 378-2:2017	Sistemi di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza e ambientali - Parte 2: Progettazione, costruzione, prova, marcatura e documentazione
Norma UNI EN 378-3:2017	Sistemi di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza e ambientali - Parte 3: Sito di installazione e protezione delle persone

Fonti energetiche rinnovabili

D.Lgs. 03/03/11 n° 28	Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE

Impianti idrosanitari – sistemi di scarico

Norma UNI EN 12056-1	Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici. Requisiti generali e prestazioni.
Norma UNI EN 12056-2	Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici. Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo
Norma UNI EN 12056-3	Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici. Evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo.

Norma UNI EN 12056-4	Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici. Sistemi di pompaggio acque reflue. Progettazione e calcolo.
Norma UNI EN 752-1	Connessioni di scarico e collettori di fognatura all'esterno degli edifici. Generalità e definizioni.
Norma UNI EN 752-2	Connessioni di scarico e collettori di fognatura all'esterno degli edifici. Requisiti prestazionali.
Norma UNI EN 752-3	Connessioni di scarico e collettori di fognatura all'esterno degli edifici. Pianificazione.
Norma UNI EN 752-6	Connessioni di scarico e collettori di fognatura all'esterno degli edifici. Stazioni di pompaggio.

Impianti idrosanitari – sistemi di carico

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

Recupero acque meteoriche

D.M. n. 392 del 16/05/1996	Regolamento recante norme tecniche relative alla eliminazione degli oli usati

17.3.3 Stazione pompe e riserva idrica antincendio

17.3.3.1 *Alimentazione idrica*

Sia per gli impianti a idranti che per gli impianti di spegnimento automatico del tipo sprinkler l'alimentazione idrica deve essere almeno del tipo singolo superiore, secondo UNI EN 12845, privilegiando l'alimentazione da acquedotto, ove consentito.

I criteri di definizione di una alimentazione idrica di tipo singolo superiore sono definiti dalla norma UNI EN 12845 come segue:

Le alimentazioni idriche singole superiori sono delle alimentazioni idriche singole che forniscono un elevato grado di affidabilità. Esse comprendono le seguenti:

a) un acquedotto alimentato da entrambe le estremità, in conformità con le seguenti condizioni:

- *ogni estremità deve essere in grado di soddisfare la richiesta di pressione e di portata del sistema;*
- *deve essere alimentato da due o più sorgenti di acqua;*

- *deve essere indipendente in qualsiasi punto su una singola, condotta principale;*
- *se richieste, le pompe di surpressione devono essere due o più.*

b) un serbatoio a gravità senza pompa di surpressione oppure un serbatoio di accumulo con due o più pompe dove il serbatoio soddisfa le seguenti condizioni:

- *il serbatoio deve essere della capacità totale richiesta;*
- *non deve permettere penetrazione di luce o materiale esterno;*
- *deve essere utilizzata acqua potabile*
- *il serbatoio deve essere verniciato o protetto contro la corrosione, in modo da ridurre la necessità di svuotare il serbatoio per le operazioni di manutenzione per un periodo di tempo non inferiori a 10 anni.*

c) una sorgente inesauribile con due o più pompe.

A fini cautelativi è stato prevista una riserva idrica e due gruppi di elettropompe (alimentate da cabina e da gruppo elettrogeno) a servizio rispettivamente dell'impianto a idranti e dell'impianto sprinkler.

In sede di progettazione esecutiva occorrerà verificare con la Società di gestione dell'acquedotto la possibilità di garantire l'alimentazione tramite serbatoi a gravità in grado di disporre in permanenza della portata e della pressione richiesta dall'impianto (vedere relazione di calcolo).

Solamente in questo caso sarà possibile realizzare le eventuali opere di allaccio alla conduttura dell'acquedotto in grado di garantire le condizioni di portata e pressione richieste e non realizzare la riserva idrica e la stazione di pressurizzazione.

17.3.3.2 *Descrizione impianto*

Sarà realizzata una stazione di pressurizzazione antincendio dotata di n. 2 gruppi a norma UNI EN 12845, costituiti ciascuno da n. 2 elettropompe di servizio e una pilota.

Il gruppo elettrogeno sarà dimensionato per far fronte alla potenza elettrica richiesta dall'alimentazione delle pompe antincendio.

La stazione pompe sarà alimentata da una riserva idrica dimensionata per alimentare la rete idranti, con la contemporaneità di 4 idranti UNI 45 (livello di rischio 3 ai sensi della norma UNI 10779 prospetto B.1) e la rete sprinkler considerando l'area operativa costituita da un gruppo di scale mobili.

Il locale pompe sarà scaldato con un ventilconvettore collegato al sistema VRV ad espansione diretta per mantenere una temperatura minima di 4 °C.

Il serbatoio sarà dimensionato per alimentare gli impianti antincendio per 60 minuti. Poiché è richiesto il funzionamento per 120', il funzionamento per la seconda ora dovrà essere garantito da un adeguato rincalzo, sulla base del quale è stato dimensionato l'attacco all'acquedotto.

17.3.3.3 *Specifiche tecniche gruppi pressurizzazione antincendio*

Verranno installati n. 2 gruppi di pressurizzazione antincendio a servizio rispettivamente dell'impianto idranti e dell'impianto sprinkler.

17.3.3.3.1 Rete sprinkler

17.3.3.3.1.1 Specifiche generali

Impianto di pressurizzazione idrica in qualità di impianto compatto, completamente automatico, per scopi antincendio secondo EN 12845.

Costituito da una pompa con telaio del basamento orizzontale – EN 733 – con giunto spaziatore, motore elettrico e vaso di idroaccumulo a membrana (capacità: 20 l) e un armadio elettrico, fissato a una struttura di supporto robusta.

Motore elettrico, equipaggiato con Easy Controller, struttura solida in profilati speciali con rientranze per carrello elevatore a forche e ganci, per garantire un trasporto sicuro e senza problemi. Supporto regolabile in altezza per il distributore di scarico e telaio del basamento speciale, grazie al quale si riduce sensibilmente la trasmissione di vibrazioni e aumentano l'affidabilità e la durata.

Un circuito con pressostato doppio, manometro, valvola di ritegno, valvola (assicurata contro l'azionamento non autorizzato) per la pompa principale ai fini dell'avvio automatico. I cavi sono nascosti nella struttura e protetti da scosse e tagli. Dotato di serie di una membrana installata direttamente nel corpo della pompa principale per evitare un surriscaldamento in caso di portata pari a zero.

Apparecchio di comando per impianti antincendio secondo la norma EN 12845.

Apparecchio di comando integrato nel corpo in lamiera d'acciaio secondo grado di protezione IP54.

Massima qualità di regolazione e impiego facilissimo mediante comando con visualizzazione diretta dell'attuale stato di funzionamento, con display LC multilingue basato su simboli, semplice guida utente con facile guida menu, tasti a pressione per la rapida impostazione dei parametri.

Unità di comando e di regolazione pronta alla comunicazione per monitorare il funzionamento dell'impianto.

Impianto cablato per il collegamento e montato già munito di tubi sul basamento.

Pressione di alimentazione:

Nel progettare la configurazione del sistema occorre considerare la pressione di alimentazione massima. La pressione di alimentazione massima consentita è data dalla differenza tra la pressione d'esercizio massima del sistema e la prevalenza massima della pompa con Q = 0. In impianti con irrigazione a pioggia secondo EN 12845 la pressione dell'acqua può raggiungere al massimo 12 bar. In impianti con irrigazione a pioggia in forte pendenza, in cui il dislivello tra il primo e il secondo dispositivo di irrigazione è superiore a 45 m, la pressione dell'acqua sullo scarico della pompa o nelle tubature può essere superiore a 12 bar, se tutti i componenti dell'impianto sono progettati per questo livello di pressione.

Installazione della pompa di pressurizzazione idrica in condizioni di aspirazione.

Per la pompa principale è necessario installare un serbatoio di alimentazione collegato alla conduttura di mandata tramite la pompa.

17.3.3.3.1.2 Pompe principali con motore elettrico

Hardware:

Unità di comando centrale, completamente elettronica, installata in un corpo in acciaio verniciato, grado protezione IP54, dispositivi di comando e display sullo sportello frontale
Caratteristiche e funzioni:

Il design del dispositivo di comando dipende dalla potenza della pompa collegata (avviamento da DOL o collegamento stella-triangolo). L'apparecchio comprende i seguenti componenti:

- Interruttore principale: per l'accensione e lo spegnimento dell'apparecchio di comando (con utilizzo non autorizzato in caso di incendio)
- Display: per comando e visualizzazione, integrato nello sportello dell'armadio elettrico. Indica i dati e lo stato d'esercizio della pompa e dell'unità di comando e di regolazione mediante simboli. La selezione del menu e l'immissione di parametri si effettuano premendo i tasti sullo sportello anteriore
- Microprocessore: microprocessore con PLC realizzato mediante programmazione tecnica, alimentatore e cablaggio I/O. La configurazione della programmazione dipende dal sistema e dall'impianto Sprinkler
- Indicatori: le segnalazioni luminose segnalano la disponibilità e il funzionamento della pompa, l'attivazione del pressostato e dell'interruttore a galleggiante, un avvio errato, l'avvio e l'arresto manuale
- Tasti: tasti a pressione per avviamento e arresto manuali, prova delle lampadine e selezione del menu
- Protezione con fusibili: fusibili di protezione che tollerano la corrente di avvio per almeno 20 s
- Avvio del motore: contattore per il collegamento diretto fino a 22 kW, con potenza maggiore avvio mediante collegamento stella-triangolo
- Salvamotore: solo per segnalazione
- Monitoraggio dell'alimentazione idrica: mediante un interruttore a galleggiante, in modo che il livello dell'acqua sia sempre ad almeno 2/3 del serbatoio di alimentazione
- Monitoraggio del rendimento: alimentazione elettrica e potenza della pompa
- Rapporto riassuntivo dei segnali: i guasti di ogni genere sono segnalati da un indicatore di guasto comune
- Rapporto personalizzato dei segnali: la segnalazione di guasto rilevante, avvio errato, viene indicata da un indicatore di guasto personalizzato
- Segnalazione e conferma di guasto: tutte le segnalazioni di guasto sono indicate mediante LED, riportate sul display come codici di errore e devono essere confermate

Software:

- programmato in fabbrica per un funzionamento completamente automatico
- Informazioni su tensione, intensità di corrente e potenza della pompa
- navigazione a menu con testo in chiaro

Conforme alle norme seguenti:

- Impianti antincendio fissi - Impianti di irrigazione a pioggia automatici (EN 12845) facenti parte di pompe con motore elettrico
- Equipaggiamento elettrico delle macchine (EN 60204-1)
- Combinazione di apparecchi di comando a bassa tensione (EN 61439-1 ed EN 61439-2)
- EMC – Immunità alle interferenze per ambienti industriali (EN 61000-6-2)
- EMC – Emissione disturbi elettromagnetici per ambienti residenziali, commerciali e industriali, incluse piccole imprese (EN 61000-6-3)

Descrizione del funzionamento:

Con i dispositivi di comando si possono controllare pompe a motore elettrico, sensori per la gestione di pompe e livello di informazione. L'apparecchio di comando controllato mediante il microprocessore serve a controllare e regolare tutte le funzioni necessarie di un impianto di pressurizzazione idrica secondo EN 12845, sia ai fini di prova che per gli effettivi casi di erogazione degli sprinkler.

La logistica di funzionamento dell'unità antincendio si basa sulla calibrazione a cascata del pressostato per l'avvio della pompa.

La pressione nel sistema diminuisce, se si richiede un'ingente quantità d'acqua a causa dell'apertura di uno o più circuiti o a causa di un irrigatore a pioggia difettoso. Questo comporta l'avviamento della pompa principale mediante l'apparecchio di comando. Se, in sistemi a più pompe, la pompa elettrica principale non si avvia (ad esempio a causa di problemi nell'alimentazione elettrica), la caduta di pressione attiva il pressostato della pompa di riserva che avvia la pompa.
Materiali

- Basamento: Steel galvanized
- Collettori di raccolta: Painted steel
- Anelli di usura: Bronzo (CuSn5Pb20)
- Corpo pompa: EN-GJL-250
- Girante: 1.4408 [AISI316]

Dati di funzionamento

- Fluido: Acqua 100 %
- Portata: 120,00 m³/h
- Portata per ogni pompa: 127,41 m³/h
- Prevalenza: 40,00 m
- Temperatura del fluido: 10 °C
- Temperatura min. del fluido: 3 °C

- Temperatura max. del fluido: 50 °C
- Pressione massima di esercizio: 10 bar
- Temperatura ambiente max.: 40 °C

Elettropompa

- Livello di efficienza del motore: IE3
- Alimentazione rete: 3~400V/50 Hz
- Potenza nominale P2: 30 kW
- Numero giri nominale: 2900 1/min
- Corrente nominale (ca.): 54,22 A
- Fattore di potenza:
- Classe isolamento: F
- Pressacavo: 2xM501xM16
- Grado protezione impianto: IP 54

Dimensioni di collegamento

- Bocca lato aspirante: DN 100
- Bocca lato pressione: DN 125

17.3.3.3.1.3 Pompa jockey con motore elettrico

Hardware:

Unità di comando centrale, completamente elettromeccanica, installata in un corpo in acciaio verniciato, grado protezione IP54, dispositivi di comando e tasti sullo sportello frontale.

Il design del dispositivo di comando dipende dalla potenza della pompa collegata. L'apparecchio comprende i seguenti componenti:

- Interruttore principale: Per l'accensione e lo spegnimento dell'apparecchio di comando
- Indicatori: le spie longlife degli indicatori segnalano la disponibilità e il funzionamento della pompa ed eventuali guasti cumulativo
- Interruttori: selettori per impostare il modo manuale o automatico
- Avvio del motore: protezione diretta
- Salvamotore: interruttore per proteggere da corto circuiti e sovraccarichi
- Rapporto personalizzato dei segnali: segnalazione di guasto al motore (corto circuito, sovraccarico)
- Segnalazione e conferma di guasto: La segnalazione di guasto al motore è indicata dal LED corrispondente. La conferma si effettua al riavvio del salvamotore

Conforme alle norme seguenti:

- Impianti antincendio fissi - Impianti di irrigazione a pioggia automatici (EN 12845) facenti parte di pompe jockey
- Equipaggiamento elettrico delle macchine (EN 60204-1)

- Combinazione di apparecchi di comando a bassa tensione (EN 61439-1 ed EN 61439-2)
- EMC – Immunità alle interferenze per ambienti industriali (EN 61000-6-2)
- EMC – Emissione disturbi elettromagnetici per ambienti residenziali, commerciali e industriali, incluse piccole imprese (EN 61000-6-3)

Descrizione del funzionamento:

Con le unità di controllo si devono poter gestire pompe jockey con motore elettrico e sensori conformemente alla norma EN 12845 e, nella fattispecie, sia a fini di prova che per il funzionamento dell'impianto sprinkler.

La logistica di funzionamento dell'unità antincendio si basa sulla calibrazione a cascata del pressostato per l'avvio della pompa.

La pompa jockey, finalizzata alla pressurizzazione idrica, viene avviata per prima e provvede a riempire d'acqua l'impianto e a mantenerlo sotto pressione. Viene attivata nel sistema in caso di caduta di pressione. La regolazione dell'avvio e dell'arresto si effettua mediante un pressostato opportunamente calibrato.

Jockey pump

- Corrente nominale 3~400 V, 50 Hz: 1,83 A
- Potenza nominale del motore: 0,75 kW
- Volume vaso espansione: 20 l
- Corpo pompa: EN-GJL-250
- Albero del motore: 1.4301
- O-ring (jockey): EPDM
- Grado protezione impianto: IP 54

Dimensioni di collegamento

- Bocca lato aspirante: DN 100
- Bocca lato pressione: DN 125

Accessori

Raccordo a flangia cono eccentrico DN 80x150

Cono eccentrico con flange standard, dotato di un misuratore di vuoto con valvola sul lato superiore del cono. Il cono eccentrico serve ad ingrandire il diametro del tubo di aspirazione e a minimizzare le perdite di pressione, oltre che ad alloggiare la valvola a farfalla. L'installazione avviene sul lato aspirazione della pompa normalizzata.

- Cono eccentrico con flange standard
- Misuratore di vuoto ripieno di glicerina, campo di misurazione della pressione -1/+1,5 bar
- Flussometro DN 100
- Apparecchio di allarme Tipo A & B

- Apparecchio di comando tipo A & B

17.3.3.3.2 Rete idranti

17.3.3.3.2.1 Pompe principali con motore elettrico

Materiali

- Basamento: Steel galvanized
- Collettori di raccolta: Painted steel
- Anelli di usura: Bronzo (CuSn5Pb20)
- Corpo pompa: EN-GJL-250
- Girante: 1.4408 [AISI316]

Dati di funzionamento

- Fluido: Acqua 100 %
- Portata: 30,00 m^3/h
- Portata per ogni pompa: 31,20 m^3/h
- Prevalenza: 50,00 m
- Temperatura del fluido: 10 °C
- Temperatura min. del fluido: 3 °C
- Temperatura max. del fluido: 50 °C
- Pressione massima di esercizio: 10 bar
- Temperatura ambiente max.: 40 °C

Electric pump

- Livello di efficienza del motore: IE3
- Alimentazione rete: 3~400V/50 Hz
- Potenza nominale P2: 15 kW
- Numero giri nominale: 2900 1/min
- Corrente nominale (ca.): 26,59 A
- Classe isolamento: F
- Pressacavo: 2xM401xM16
- Grado protezione impianto: IP 54

Dimensioni di collegamento

- Bocca lato aspirante: DN 50
- Bocca lato pressione: DN 65

Accessori:

Raccordo a flangia cono eccentrico DN 80x150

Cono eccentrico con flange standard, dotato di un misuratore di vuoto con valvola sul lato superiore del cono. Il cono eccentrico serve ad ingrandire il diametro del tubo di aspirazione e a minimizzare le perdite di pressione, oltre che ad alloggiare la valvola a farfalla.

Installazione avviene sul lato aspirazione della pompa normalizzata.

- Cono eccentrico con flange standard
- Misuratore di vuoto ripieno di glicerina, campo di misurazione della pressione -1/+1,5 bar
- Flussometro DN 100
- Apparecchio di allarme Tipo A & B
- Apparecchio di comando tipo A & B

17.3.3.3.2.2 Pompa jockey con motore elettrico

Materiali

- Basamento: Steel galvanized
- Collettori di raccolta: Painted steel
- Anelli di usura: Bronzo (CuSn5Pb20)
- Corpo pompa: EN-GJL-250
- Girante: 1.4408 [AISI316]
- Girante: 1.4301

Dati di funzionamento

- Fluido: Acqua 100 %
- Portata: 30,00 m³/h
- Portata per ogni pompa: 31,20 m³/h
- Prevalenza: 50,00 m
- Temperatura del fluido: 10 °C
- Temperatura min. del fluido: 3 °C
- Temperatura max. del fluido: 50 °C
- Pressione massima di esercizio: 10 bar
- Temperatura ambiente max.: 40 °C

Electric pump

- Livello di efficienza del motore: IE3
- Alimentazione rete: 3~400V/50 Hz
- Potenza nominale P2: 15 kW
- Numero giri nominale: 2900 1/min
- Corrente nominale (ca.): 26,59 A
- Fattore di potenza:
- Classe isolamento: F
- Pressacavo: 2xM401xM16

17.3.3.3.2.3 Jockey pump

- Corrente nominale 3~400 V, 50 Hz: 2,5 A
- Potenza nominale del motore: 1,1 kW
- Volume vaso di espansione: 20 l
- Corpo pompa: EN-GJL-250
- Albero del motore: 1.4301
- O-ring (jockey): EPDM
- Grado protezione impianto: IP 54

Dimensioni di collegamento

- Bocca lato aspirante: DN 50
- Bocca lato pressione: DN 65

Accessori:

Raccordo a flangia cono eccentrico DN 50x80

Cono eccentrico con flange standard, dotato di un misuratore di vuoto con valvola sul lato superiore del cono. Il cono eccentrico serve ad ingrandire il diametro del tubo di aspirazione e a minimizzare le perdite di pressione, oltre che ad alloggiare la valvola a farfalla.

Installazione avviene sul lato aspirazione della pompa normalizzata.

- Cono eccentrico con flange standard
- Misuratore di vuoto ripieno di glicerina, campo di misurazione della pressione -1/+1,5 bar
- Flussometro DN 50
- Apparecchio di allarme Tipo A & B
- Accessori: Apparecchio di comando tipo A & B.

17.3.4 Impianto di protezione a idranti

17.3.4.1 *Descrizione impianto*

In analogia a quanto previsto per le altre stazioni sulla linea, si prevede la installazione di alcuni idranti e in particolare:

- N. 3 idranti a cassetta UNI 45 sulla banchina lato Ovest
- N. 2 idranti a cassetta UNI 45 sulla banchina lato Est
- N. 2 idranti a cassetta UNI 45 nell'atrio della stazione
- N. 1 idrante a cassetta UNI 45 nel blocco locali tecnici Nord
- N. 1 idrante a cassetta UNI 45 nel blocco locali tecnici Sud
- N. 1 idrante DN 100 esterno direttamente collegato all'acquedotto
- N. 1 attacco autopompa VVF al piano strada

Gli idranti delle banchine saranno posti in posizione contrapposta in modo da servire adeguatamente l'intera area (sono state verificate le rispettive aree di influenza).

Lungo le tratte che precedono e seguono la stazione verranno installati ogni 50 m e su entrambe i lati degli idranti a colonna UNI 70 alimentati con tubazioni DN 100.

Poiché la alimentazione deve essere prevista da entrambe le stazioni che precedono e seguono, al termine delle rispettive reti sarà realizzato un armadio tecnico con una valvola di intercettazione, in modo da consentire la doppia adduzione idrica. La tubazione verrà collegata sul tratto esistente proveniente dalla stazione Brin mentre verrà lasciata scollegata (entro l'armadietto) sul lato opposto per la futura tratta di linea che seguirà la stazione Canepari.

17.3.5 Impianto di spegnimento automatico a sprinkler

17.3.5.1 *Descrizione impianto*

Il D.M. 21 ottobre 2015 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane" prescrive al paragrafo IV.7. Scale mobili che il vano motore delle scale mobili sia protetto con impianto automatico di spegnimento.

L'alimentazione degli erogatori sprinkler verrà derivata da un gruppo multivalvola dalla stazione pompe a norme UNI EN 12845. Saranno realizzati inoltre per emergenza un collegamento diretto all'acquedotto e un attacco per il collegamento alla autopompa dei Vigili del Fuoco.

17.3.6 Estintori e segnaletica

17.3.6.1 *Descrizione presidi adottati*

Viene prevista una dotazione di estintori nelle posizioni indicate sugli elaborati grafici e in corrispondenza di ogni idrante UNI 45 e UNI 70.

La segnaletica di sicurezza, conforme al D.Lgs. 81/08, sarà predisposta per indicare gli idranti, gli estintori e i percorsi di esodo.

17.3.6.2 *Specifiche tecniche*

17.3.6.2.1 Estintori

Gli estintori dovranno avere una carica minima pari a 6 kg ed una capacità estinguente non inferiore a 34A – 144B C (questa sigla è una codificazione standard, della tipologia e dell'entità degli incendi che sono in grado di contrastare efficacemente).

I quadri elettrici dovranno essere protetti da estintori a CO_2.

17.3.7 Impianto idrico-sanitario – rete di carico

17.3.7.1 *Descrizione*

Si prevedono le reti di carico per alimentare il bagno per il personale e i rubinetti per il lavaggio delle banchine e dell'atrio.

La rete dell'acquedotto garantirà anche il riempimento e il rincalzo della vasca di riserva idrica antincendio. Qualora l'acquedotto non sia in grado di garantire il rincalzo occorrerà realizzare una vasca della capacità doppia modificando il blocco dei locali tecnici Sud.

Le tubazioni per la distribuzione di acqua in circuito aperto dovranno essere in rame conformi alla norma UNI 6507-69 serie pesante.

Saranno ammesse anche tubazioni di carico in materiale plastico in polipropilene oppure tubazioni multistrato composte da tubo interno in polietilene reticolato, strato intermedio in alluminio e strato esterno in polietilene ad alta densità.

I tubi in materiale plastico per gli scarichi dovranno essere in polietilene rigido PEad conformi alla norma UNI 8451 (tipo 303) ad elevata densità (0,955 g/cm³ a 20°C) di colore nero o in polipropilene PP conformi alla norma UNI 8319.

Tutte le tubazioni dovranno essere contrassegnate con il marchio IIP (Istituto Italiano Plastici) di conformità alle norme UNI.

Tutte le tubazioni convoglianti acqua calda (adduzione agli apparecchi e ricircolo) dovranno essere isolate con guaina tubolare in schiuma di polietilene espanso a celle chiuse, ricoperta da pellicola in polietilene compatta resistente alle abrasioni.

Le reti di distribuzione dell'acqua calda, fredda e di ricircolo dovranno essere isolate con guaine anticondensa in elastomeri espansi a celle chiuse. Per le tubazioni percorse da acqua calda gli isolamenti dovranno avere gli spessori minimi prescritti dall'allegato B del DPR 412/93.

La distribuzione principale passerà a soffitto. Dalla distribuzione si dipartiranno gli stacchi che alimenteranno i servizi igienici. Le derivazioni per i servizi igienici saranno intercettabili mediante rubinetto con cappuccio cromato.

Inoltre dovrà essere prevista una valvola di intercettazione sia sull'attacco acqua calda che sull'attacco acqua fredda per ogni singolo apparecchio sanitario.

La produzione dell'acqua calda sanitaria verrà realizzata mediante n. 1 scambiatore ad accumulo del tipo in pompa di calore completo di sistema di regolazione della temperatura dell'acqua del circuito di utenza.

Per eliminare la legionella dall'impianto di produzione dell'acqua sanitaria e al contempo garantire la potabilità dell'acqua occorrerà ricorrere al sistema di disinfezione termica, che consiste nel portare l'accumulo (durante la notte per evitare rischi di ustioni da parte degli utenti) ad una temperatura maggiore di 60 °C (temperatura sufficiente ad eliminare il batterio) mediante resistenza elettrica integrativa.

17.3.7.2 *Misurazione dei consumi idrici (art. 47 Regolamento edilizio comunale)*

Pur trattandosi di un unico centro di spesa i consumi idrici saranno contabilizzati tra le utenze seguenti:

- acqua idropotabile per i servizi igienici
- acqua di lavaggio delle banchine
- acqua per l'impianto idrico antincendio
- acqua recuperata da sistema di reimpiego delle precipitazioni meteoriche.

La contabilizzazione dei consumi di acqua potabile si ottiene attraverso l'applicazione di contatori volumetrici o a ultrasuoni per la misura delle portate idriche omologati CE. L'ente gestore emetterà un'unica bolletta relativa al contatore generale mentre le letture dei contatori individuali serviranno solo per suddividere la spesa della fornitura all'edificio in modo proporzionale agli effettivi consumi.

17.3.7.3 *Contenimento dei consumi idrici (art. 53 Regolamento edilizio comunale)*

Negli edifici di nuova costruzione, al fine della riduzione del consumo di acqua potabile, è obbligatoria l'adozione di dispositivi idonei ad assicurare una significativa riduzione del consumo di acqua. Per gli edifici adibiti ad attività collettive quali quello in essere è raccomandata oltre alle prescrizioni di cui sopra l'installazione di rubinetti temporizzati o dispositivi a controllo elettronico.

Sono previsti nel servizio igienico la installazione di un filtro a cartuccia lavabile e di un riduttore/regolatore di flusso sul rubinetto miscelatore del lavabo.

La produzione dell'acqua calda sanitaria viene eseguita mediante una pompa di calore ad alta efficienza con un accumulo di 80 litri.

La vaschetta di cacciata del WC del servizio igienico sarà del tipo a doppio scarico con due tasti per la erogazione di 3 o 6 litri.

17.3.7.4 *Specifiche tecniche*

17.3.7.4.1 Tubazioni in acciaio inox

17.3.7.4.1.1 Tubazioni in acciaio inossidabile elettrounite

Le tubazioni in acciaio inossidabile (ed i relativi collettori) saranno del tipo AISI 304 (ASTM TP304) o AISI 316 (ASTMTP316), secondo quanto richiesto e/o necessario, conformi alle norme UNI EN ISO 1127:1998, elettrouniti e calibrati, solubilizzati in bianco (se impiegati per trasporto di gas puri di laboratorio) e decapati.

La raccorderia e le giunzioni saranno del tipo a saldare, per saldatura autogena all'arco elettrico, con speciali elettrodi in acciaio austenitico, rivestiti con materiale di protezione della saldatura. Non sono ammesse curvature a freddo o a caldo del tubo: si dovranno usare esclusivamente raccordi prefabbricati. I tratti da saldare dovranno essere perfettamente posti in asse ed allineati e la saldatura dovrà avvenire in più passate (almeno due) previa preparazione dei lembi, con smusso a "V".

Tutte le variazioni di diametro dovranno essere realizzate con tronchi di raccordo conici, con angolo di conicità non superiore a 15°C.

Sono ammessi la prefabbricazione fuori cantiere di tratti con le estremità flangiate ed il successivo assemblaggio in cantiere dei tratti così flangiati, mediante bulloni pure in acciaio inox AISI 304.

Per l'esecuzione di collegamenti che devono essere facilmente smontati (ad esempio tubazioni-serbatoi o altre apparecchiature) si useranno esclusivamente giunzioni a flange.

In alternativa ancora saranno utilizzabili anche raccordi a pressione con guarnizione "VICTAULIC" originali, che peraltro, per particolari applicazioni, potranno essere prescritti.

Le tubazioni dovranno essere accompagnate da certificazioni, indicanti il costruttore, l'anno di costruzione, il materiale e la rispondenza alle norme.

Salvo diversa specifica indicazione riportata in altri elaborati progettuali, le tubazioni in acciaio inox della norma citata avranno le caratteristiche indicate nella seguente tabella.

TUBI ELETTROUNITI CALIBRATI IN ACCIAIO INOX - UNI EN ISO 1127				
Diametro esterno			Spessore	Massa lineica
(Pollici)		(mm)	(mm)	(kg/m)
1/4"	(DN 8)	14	2	0,601
3/8"	(DN 10)	17,2	2	0,761
1/2"	(DN 15)	21,3	2	0,966
3/4"	(DN 20)	26,9	2	1,250
1"	(DN 25)	33,7	2	1,580
1"1/4	(DN 32)	42,4	2	2,020
1"1/2	(DN 40)	48,3	2	2,310
2"	(DN 50)	60,3	2	2,920
2"1/2	(DN 65)	76,1	2	3,700
3"	(DN 80)	88,9	2	4,350
4"	(DN 100)	114,3	2	5,620
5"	(DN 125)	139,7	3.2	11,000
6"	(DN 150)	168,3	3.2	13,200
8"	(DN 200)	219,1	3.2	17,300
10"	(DN 250)	273	3.2	21,600
12"	(DN 300)	323,9	3.2	25,700
14"	(DN 350)	355,6	4	35,200
16"	(DN 400)	406,4	4	40,300
18"	(DN 450)	457	4	45,400
20"	(DN 500)	508	5	62,900

17.3.7.4.1.2 Tubazioni in acciaio per sistema Pressfitting (a bloccaggio meccanico)

Tubazioni in acciaio con raccordi a bloccaggio meccanico (Tipo Mannesman Pressfitting) realizzate a seconda di quanto richiesto in acciaio inox AISI 316, oppure in acciaio a basso tenore di carbonio, ricotto, galvanizzate sulla superficie esterna. Lo spessore della tubazione sarà da 1,2 mm a 2,0 mm a seconda del diametro nominale (diametro massimo previsto DN 100).

Sono previsti, a seconda di quanto necessario e/o richiesto, i seguenti tipi di materiale:

- tubazioni in acciaio ricotto, galvanizzate esternamente, per uso in impianti di riscaldamento a circuito chiuso:
  - materiale: acciaio a basso tenore di carbonio, ricotto, in tubo sottile galvanizzato esternamente, secondo UNI EN 10305-3;
  - dimensioni: secondo UNI EN 10305-3;
  - limite di snervamento: 230-270 N/mm²;
  - allungamento: min. 40%;
  - pressione massima di esercizio: 1.6 MPa;
  - temperatura massima di funzionamento: 120 °C;
  - pressione di cedimento del giunto: > 100bar;
- tubazioni in acciaio inox per uso anche in impianti idrici per acque potabili:
  - materiali: acciaio inossidabile AISI 304 o AISI 316 in tubo sottile secondo UNI EN 10088
  - dimensioni: secondo UNI EN 10312:2007 (serie 2);
  - limite di snervamento: 205 N/mm²;
  - allungamento: min. 40%;
  - pressione massima di esercizio: 1.6 MPa;
  - temperatura massima di funzionamento: 120 °C;
  - pressione di cedimento del giunto: > 100bar

I raccordi di unione tra i vari tubi e quelli dei pezzi speciali, quali le diramazioni e le curve, saranno del tipo a manicotto realizzati in acciaio trattato a caldo acciaio inossidabile con spessore 1.5 o 2 mm, dotati di anello di tenuta (O-ring) in gomma di butile.

Salvo specifiche indicazioni diverse, le tubazioni di cui si tratta avranno le caratteristiche indicate nella tabella seguente:

TUBI IN ACCIAIO CON RACCORDI A BLOCCAGGIO MECCANICO					
Diametro	Diametro esterno	ACCIAIO	RICOTTO	ACC. INOX - UNI	EN 10312 (serie 2)
Nom.	(mm)	Spessore minimo (mm)	Massa lineica (kg/m)	Spessore minimo (mm)	Massa lineica (kg/m)
DN 10	12	1,2	0,34	---	---
DN 12	15	1,2	0,44	1	0,35
DN 15	18	1,2	0,54	1	0,42

DN 20	22	1,5	0,83	1,2	0,63
DN 25	28	1,5	1,05	1,2	0,79
DN 32	35	1,5	1,32	1,5	1,26
DN 40	42	1,5	1,62	1,5	1,50
DN 50	54	1,5	2,10	1,5	1,97
DN 65	76,1	1,5	2,80	2	3,70
DN 80	88,9	1,5	3,25	2	4,35
DN 100	108	2	5,25	2	5,30

17.3.7.4.2 Tubazioni in multistrato (PEX-AL-PEAD)

Tubazione multistrato, conforme alle norme UNI EN ISO 21003-2:2011, adatta ad una pressione di esercizio di 16 bar a 20°C e 10 bar a 90°C, difficilmente infiammabile, costituita da tre strati:

- uno strato interno in PE-X (polietilene reticolato);
- uno strato intermedio in lega di alluminio saldato longitudinalmente e strettamente aderente allo strato interno;
- un ulteriore strato esterno in PEAD.

Il tubo dovrà essere adatto anche al trasporto di acqua potabile per usi alimentari. Dovrà poter essere piegato al piegatubi senza schiacciarsi ne danneggiarsi.

La raccorderia sarà tutta esclusivamente in ottone e potrà essere:

- del tipo a stringere, a compressione, con giunti a guarnizione OR, anelli antisfilamento e dadi di serraggio;
- del tipo a pressare con apposito attrezzo, con giunto a guarnizione OR e tronchetto di tubo esterno in acciaio inox, da pressare.

I tubi, ove montati a vista, dovranno essere del tipo in barre, perfettamente diritti, installati a perfetta regola d'arte con curve eseguite tutte possibilmente al piegatubi, seguendo scrupolosamente le indicazioni della casa costruttrice con fissaggi a parete del tipo a clips a doppia mezza luna in plastica robusta.

Solo per installazioni incassate si accetterà il tubo in rotoli, posto sempre in opera a perfetta regola d'arte.

Il tubo dovrà portare la prescritta marcatura esterna.

17.3.7.4.3 Valvolame per impianto idrosanitario

17.3.7.4.3.1 Valvolame di intercettazione

Dovranno essere previste valvole a sfera di tipo pesante a passaggio totale avente PN pari o superiore a quella del circuito in cui sono inserite.

Le valvole saranno filettate o flangiate secondo le esigenze di montaggio.

Il corpo e la sfera dovranno essere in ottone stampato, la sfera sarà, inoltre, cromata a spessore; le guarnizioni saranno in PTFE adatte per temperature sino a 100 °C.

La manovra di completa chiusura dovrà essere eseguita mediante leva in duralluminio, o similare, in un quarto di giro.

Le valvole da coibentare dovranno essere dotate di albero prolungato al fine di poter montare la leva ad una distanza sufficiente per permettere un buon isolamento del corpo valvola.

17.3.7.4.3.2 Valvole di ritegno

Le valvole di ritegno dovranno essere a wafer del tipo a clapet od a disco. Corpo in ottone o in acciaio secondo il tipo prescelto.

17.3.7.4.3.3 Valvole di scarico

Per gli sfiati d'aria dovranno essere utilizzate valvole automatiche a galleggiante, per gli scarichi d'acqua dei rubinetti a maschio con portagomma e tappo a catenella, completi di chiavi di manovra.

Tutti gli scarichi dovranno essere convogliati ai più vicini pozzetti di drenaggio ispezionabili.

Lo scarico delle valvole di sicurezza, valvole di scarico termico, ecc., salvo casi particolari in cui le condizioni di temperatura e pressione lo sconsigliassero, dovrà avvenire attraverso imbuti di raccolta sufficientemente dimensionati allo scopo di rilevare eventuali perdite.

I rubinetti manuali di sfogo aria dovranno essere in posizione e ad altezza (< 1,5 m dal pavimento) facilmente accessibile e tale che eventuali fuoriuscite di acqua non possano arrecare danno.

In quest'ultimo caso ed ove possibile, occorrerà raccordare con imbuto la tubazione di sfogo con il più vicino tubo di drenaggio acque chiare.

17.3.7.4.3.4 Valvole di sicurezza

Le valvole di sicurezza dovranno essere previste ovunque le vigenti normative INAIL e le regole di buona esecuzione degli impianti ne prescrivano o consiglino l'uso.

Il tipo, il dimensionamento e le caratteristiche dovranno essere in tutto e per tutto conformi alle vigenti normative INAIL.

L'Appaltatore sarà tenuto a presentare i calcoli relativi ad approvazione e successivamente i certificati di omologazione INAIL.

17.3.7.4.3.5 Ammortizzatori del colpo di ariete

Le terminazioni delle reti idriche dovranno essere dotate di opportuni sistemi di ammortizzazione del colpo d'ariete.

Nel caso di colonne sino al diametro 2" si potranno impiegare ammortizzatori ad espansione elastica.

I barilotti dovranno essere zincati a bagno dopo la lavorazione.

17.3.7.4.4 Coibentazioni tubazioni

Gli isolamenti termici e anticondensa delle tubazioni, percorse da acqua calda, fredda o refrigerata potranno essere realizzati utilizzando i materiali riportati nel seguito.

Le caratteristiche tecniche di seguito specificate dovranno essere certificate da laboratori autorizzati.

Per le aree in cui sia normativamente richiesto l'impiego di materiali in classe 0 o in classe 1 di reazione al fuoco, i materiali dovranno essere certificati ed omologati la Ministero dell'Interno per la classe di reazione al fuoco richiesta e dovrà essere presentato il relativo certificato di conformità.

Guaine in elastomeri espansi tipo Armaflex a celle chiuse per acqua calda:

- temperature di impiego +8°C ÷ +105°C
- conducibilità termica a 50 °C ≤ 0,041 W/m°C
- classe di reazione al fuoco: 1

Tutti gli isolamenti termici, in deroga anche ad eventuali altre precisazioni, dovranno essere di tipo autoestinguente e non propaganti la fiamma e precisamente "non combustibili" oppure in "classe 1" di reazione al fuoco.

Tali caratteristiche dovranno essere documentate da apposita certificazione.

Per tutte le tubazioni esterne a vista e installate nei locali tecnici si dovrà realizzare la finitura superficiale con rivestimento in guaina in lamierino lucido di alluminio.

Gli spessori degli isolamenti dovranno corrispondere alle indicazioni dell'art. 5 comma 11 e dell'allegato B del D.P.R. 412/93. A titolo di esempio vengono riportati nella tabella seguente gli spessori minimi di isolante per una conducibilità termica media utile del materiale coibente di 0,040 W/m°C:

Diametro 1/2"	Spessore 30 mm
Diametro 3/4"	Spessore 30 mm
Diametro 1"	Spessore 30 mm
Diametro 1 1/4"	Spessore 40 mm
Diametro 1 1/2"	Spessore 40 mm
Diametro 2"	Spessore 50 mm
Diametro 70/76	Spessore 50 mm
Diametro 82/89	spessore 55 mm
Diametro oltre 107/114	spessore 60 mm

Il rivestimento dovrà essere continuo, senza interruzione in corrispondenza di supporti e/o passaggi attraverso muri e solette e dovrà essere eseguito per ogni singolo tubo.

Sugli isolamenti dovranno essere riportati contrassegni atti ad individuare il circuito idraulico interessato e la direzione del fluido.

Dove non fosse agevole realizzare l'isolamento, come descritto ai paragrafi precedenti (come ad es. gli allacciamenti ai terminali, le tubazioni in traccia sottopavimento, ecc.) sarà possibile ricorrere all'applicazione di guaine isolanti tipo Armaflex o similare.

Le guaine dovranno essere del tipo resistente al fuoco ed autoestinguente (classe 1) ed avere struttura a cellule chiuse per conferire all'isolamento elevatissime doti di barriera al vapore.

17.3.7.4.5 Pompa di calore

La produzione di acqua calda sanitaria avverrà tramite scaldacqua ad accumulo (80 litri) in pompa di calore e distribuzione con tubazioni multistrato preisolate come prescritto dal D.P.R. 412/93.

Lo scaldacqua a pompa di calore (tipo Ariston Nuos Evo 80 o similare) avrà le seguenti caratteristiche:

- range di lavoro in pompa di calore con temperature dell'aria da -5 a 42°C;
- gas ecologico R134A consente di raggiungere temperature dell'acqua fino a 62°C in pompa di calore;
- condensatore avvolto alla caldaia (non immerso in acqua);
- bassa rumorosità (funzione silent);
- caldaia in acciaio smaltato al titanio;
- resistenza elettrica integrativa;
- anodo attivo (protech) + anodo magnesio;
- display LCD;
- funzioni: green, auto, boost, boost 2, programmazione oraria dei prelievi e antilegionella.

<u>Dati tecnici</u>

- COP 2,15
- Tempo di riscaldamento h: min 6:42
- Temperatura min/max aria °C -5/42
- Potenza sonora db(A) 50
- Potenza elettrica assorbita media W 250
- Quantità massima di acqua calda a 40°C** l 99
- Capacità nominale accumulo litri 80
- Pressione massima di esercizio bar 8
- Tensione/Potenza massima assorbita V/W 220-240/1550
- Potenza resistenza W 1200
- Portata d'aria standard m3 /h 100-200
- Volume minimo del locale d'installazione* m3 20
- Massa a vuoto kg 50
- Protezione elettrica IP24

- Spessore isolamento mm 41
- Diametro connessioni acqua " 1/2 M
- Minima Temperatura del locale di accumulo °C 1
- Dispersioni termiche (Pes)** W 17
- Pressione statica disponibile Pa 65

17.3.8 Impianto idrico-sanitario – scarico acque reflue

17.3.8.1 *Descrizione impianto*

La rete di scarico servirà le acque meteoriche e le acque reflue.

Le acque reflue sono unicamente quelle provenienti dal servizio igienico collocato dietro il locale spogliatoio / pulizie, utilizzabile anche dall'agente di stazione.

Non essendo ancora possibile definire il collettore fognario di recapito è previsto un pozzetto di aggottamento posto al livello interrato con n. 2 pompe sommergibili e una tubazione fino alla uscita del profilo della costruzione.

17.3.8.2 *Specifiche tecniche*

17.3.8.2.1 Tubazioni in materiale plastico per impianti di scarico

17.3.8.2.1.1 Generalità

Tutte le tubazioni dovranno essere contrassegnate con il marchio IIP (Istituto Italiano Plastici) di conformità alle norme UNI.

Le colonne di scarico dovranno essere isolate acusticamente secondo il D.P.C.M. del 5/12/1997, e il rumore prodotto non dovrà superare la soglia dei 35 dB(A).

17.3.8.2.1.2 Tubi in polietilene alta densità per condotte di scarico interne ai fabbricati (PEad)

I tubi in materiale plastico per gli scarichi dovranno essere in polietilene rigido PEad ad elevata densità (0,955 g/cm³ a 20°C) di colore nero con un campo di applicazione pratico da –20°C fino a punte di 100 °C secondo norma UNI 8451 (tipo 303).

I raccordi, sempre realizzati nel medesimo materiale, ricavati per fusione sotto pressione saranno conformi alla norma UNI 8452 e dovranno avere le basi rinforzate (spessore maggiorato).

I tubi e i raccordi dovranno essere uniti esclusivamente mediante processo di saldatura per polifusione senza ausilio di altri materiali o di mastici, sigillanti o simili; tale saldatura potrà essere realizzata o mediante unione di testa a specchio oppure per mezzo di manicotti (anch'essi a spessore maggiorato) a saldatura elettrica con resistenze annegate all'interno dello stesso.

17.3.8.2.1.3 Tubi in polietilene alta densità per condotte di scarico interrate (PEad)

I tubi dovranno essere conformi alla norma UNI 7613 (tipo 303).

17.3.8.2.1.4 Tubi in PVC rigido per condotte di scarico e ventilazione interne ai fabbricati

Le tubazioni di ventilazione della rete di scarico potranno essere realizzate in PEad oppure in PVC. In tal caso dovrà essere utilizzato il materiale denominato “supertubo”.

Le caratteristiche fisico-chimiche delle tubazioni dovranno rispettare le prescrizioni della norma UNI 7443/85 e del FA 178:

- tipo 301 per condotte di ventilazione
- tipo 302 per condotte di scarico.

Alla vista il tubo si presenterà con colorazione avorio.

17.3.8.2.1.5 Tubi in PVC rigido per condotte di scarico interrate

I tubi e i raccordi dovranno essere conformi alla norma UNI 7447:

- tipo 303/1 per traffico stradale pesante (18 t/asse) e massimo ricoprimento terreno di 6 m
- tipo 303/2 per traffico stradale medio (12 t/asse) e massimo ricoprimento terreno di 4 m.

17.3.8.2.1.6 Tubi in polipropilene per condotte di scarico interne ai fabbricati (PP)

I tubi dovranno essere conformi alla norma UNI 8319 e i raccordi alla norma UNI 8320.

17.3.8.2.1.7 Tubi in polipropilene per condotte di scarico interrate (PP)

I tubi dovranno essere conformi alla norma UNI 8356.

17.3.8.2.1.8 Prescrizioni di posa

Le tubazioni dovranno essere installate secondo le raccomandazioni dell’Istituto Italiano Plastici, contenute nelle pubblicazioni:

- n. 3 per tubi di PVC per reti di scarico interrate
- n. 8 per tubi di PVC per reti di scarico all’interno dei fabbricati
- n. 11 per tubi di PEad per reti di scarico interrate.

Per gli altri tipi di tubazione occorrerà attenersi alle prescrizioni delle case costruttrici.

Le tubazioni sia orizzontali che verticali dovranno essere perfettamente allineate al proprio asse, possibilmente parallele alla parete e con la pendenza di progetto.

Le curve a 90’ saranno da utilizzare solo per le connessioni tra tubazioni orizzontali e verticali, mentre non dovranno mai essere utilizzate per la giunzione di due tubazioni orizzontali. Normalmente non saranno da utilizzarsi neppure derivazioni doppie piane e raccordi a T. I cambiamenti di direzione dovranno essere tali da non produrre perturbazioni nocive al flusso.

Le connessioni in corrispondenza di spostamenti dell’asse delle colonne dovranno possibilmente essere evitate, o comunque, non avvenire ad una distanza inferiore a 10 diametri del raccordo.

Particolare cautela dovrà essere posta qualora vi fosse il problema della formazione di schiume.

Tutta la rete dovrà essere opportunamente dotata di ispezioni di diametro pari a quello del tubo o di 100 mm per i diametri superiori; le ispezioni dovranno prevedersi nelle seguenti posizioni:

- al termine della rete interna di scarico insieme al sifone e ad una derivazione;
- ad ogni cambio di direzione con angolo maggiore di 45°;
- ogni 15 m di percorso lineare per tubi con diametro sino a 100 mm ed ogni 30 m per tubi con diametro maggiore;
- ad ogni confluenza di due o più provenienze;
- alla base di ogni colonna;
- dove ulteriormente indicato sui disegni.

In corrispondenza di attraversamenti di pareti o solai di compartimentazione devono essere previsti manicotti antincendio di acciaio zincato con camicia intumescente, omologati per REI 120.

Nella stesura delle tubazioni dovranno anche essere previsti, lì dove necessario, supporti e punti fissi coordinati in modo tale che la tubazione possa dilatarsi e contrarsi senza danneggiamenti.

Le dilatazioni dei tubi devono essere assorbite da spostamenti a zeta nel caso di tubi liberi o da compensatori di dilatazione nel caso di vincoli strutturali o distributivi. I sistemi vanno calcolati in funzione dei coefficienti indicati dalle diverse case costruttrici. Analogamente in corrispondenza degli attraversamenti di giunti strutturali dell'edificio vanno previsti giunti flessibili con gioco sufficiente a compensare i movimenti relativi. Per tutte le tubazioni interrate dovranno essere previsti letto rinfianco e cappa di protezione con sabbia ben costipata.

La posa delle tubazioni di ventilazione dovrà essere conforme ai disegni di progetto, nonché alla norma UNI EN 12056/1-5; il diametro minimo dei raccordi di ventilazione deve essere di 40 mm per i vasi e di 32 mm per tutti gli altri apparecchi.

La massima distanza tra la piletta di scarico ed il raccordo di ventilazione sarà in funzione del diametro della piletta stessa secondo la seguente tabella:

diametro piletta [mm]	massima distanza [m]
32	0,75
40	1
50	1,5
80	1,8
100	3

Le colonne di ventilazione secondaria dovranno essere raccordate alle rispettive colonne di scarico in alto a non meno di 15 cm al di sopra del troppo-pieno dell'apparecchio più alto ed in basso al di sotto del più basso raccordo di scarico.

17.3.8.2.2 Pompe sommergibili

N. 2 Pompe completamente sommergibili per acque cariche per montaggio sommerso fisso e mobile per il pompaggio di acque reflue e acqua cariche contenenti sostanze fecali (nel campo di applicazione della norma **EN** 12050-1). Corpo del gruppo idraulico e girante in ghisa grigia, corpo del motore in acciaio inossidabile. La tenuta lato fluido e motore è garantita da due tenute meccaniche indipendenti dal senso di rotazione. Motore a raffreddamento superficiale in versione trifase con camera di tenuta e salvamotore termico. Cavo di collegamento rimovibile con estremità libera del cavo.

Dati operativi

- Fluido: Acque cariche 100 %
- Temperatura fluido: 20,00 °C
- Mandata: 18,00 m³/h
- Prevalenza: 15,00 m
- Prevalenza max.: 25,00 m

Dati prodotto

- Tipo di struttura della girante: Girante aperta arretrata
- Passaggio sferico libero del sistema idraulico: 50 mm
- Pressione d'esercizio massima: 2,7 bar
- Max. profondità d'immersione: 7 m
- temperatura fluido: 3 ...40 °C

Dati motore

- Tipo costruttivo motore: Motore sommerso – raffreddato ad aria
- Alimentazione di rete: 3~400V/50 Hz
- Tolleranza di tensione: ±10 %
- Fattore di potenza: 0,82
- Potenza nominale del motore: 3,9 kW
- Ingresso corrente P1 max.: 4,8 kW
- Corrente nominale: 8,5 A
- Corrente di spunto: 55 A
- Tipo connessione: Diretto online (DOL)
- Numero dei poli: 2
- Numero giri nominale: 2879 1/min
- Frequenza max. di avviamenti: 30 1/h
- Classe isolamento: F
- Grado di protezione: IP68
- Modo di funzionamento (immerso): S1
- Modo di funzionamento (non sommerso): S2-15 min, S3-10%

Cavo

- Lunghezza cavo di collegamento: 10 m
- Tipo di cavo: H07RN-F
- Sezione del cavo: 6G1
- Spina di rete: no
- Tipo di cavo di collegamento: rimovibile

Equipaggiamento/funzionamento

- Interruttore a galleggiante: no
- Frantumatrice: no
- Tipo di protezione antideflagrante: no
- Salvamotore: Bimetallo
- Controllo di tenuta del motore: no
- Controllo di tenuta della camera di tenuta: Opzionale
- Controllo di tenuta della camera perdite: no

Materiali

- Corpo pompa: EN-GJL-250
- Girante: EN-GJL-250
- Albero: 1.4401
- Materiale guarnizione lato pompa: QQPGG
- Materiale guarnizione lato motore: BXPFF
- Materiale guarnizione: NBR
- Materiale motore: 1.4301

Quota di montaggio

- Raccordo per tubi sul lato aspirante: DN 50, PN10
- Raccordo per tubi sul lato pressione: DN 50, PN10
- Montaggio sommerso fisso DN 50

Accessori

Sistema di accoppiamento DN 50/2RK PG14per montaggio nel pozzo pompe per installazione semplice della pompa per acque cariche sulla tubazione di mandata.
Fornitura:

- Piede di accoppiamento a curva con supporto per tubo doppio
- Flangia di accoppiamento per montaggio sulla bocca di mandata
- Tenuta a profilo
- Materiale per il montaggio

Dati tecnici

- Allacciamento ingresso: DN 50, PN10
- Allacciamento uscita: DN 50, PN10
- Materiale: EN-GJL-250

Accessori

Valvola di ritegno DN 50 PG14 secondo EN 12050-4 per la chiusura automatica del tubo di mandata, per impedire un funzionamento a vuoto di questa e i colpi d'ariete che ne derivano. Incluso il materiale di montaggio.

- Collegamento: Flangia
- Elemento di chiusura: clapet con supporto a molla

Dati tecnici

- Allacciamento ingresso: DN 50, PN10
- Allacciamento uscita: DN 50, PN10
- Materiale: EN-GJL-250

Accessori

Valvola d'intercettazione DN 50, EN-GJL-250 PG14con elemento a piastre e raccordi a flangia per la chiusura della rete di tubazioni. Inclusi gli accessori di montaggio.

Dati tecnici

- Allacciamento ingresso: DN 50, PN10
- Allacciamento uscita: DN 50, PN10
- Materiale: EN-GJL-250

Accessori

Catena di ancoraggio PCS-CE, acciaio zincato, 400 kg 5 m PG14per il sollevamento, l'abbassamento e il trasporto di pompe e stazioni di sollevamento, incl. 2 grilli, con maglie per appendere.

Dati tecnici

- Portanza max.: 400 kg
- Durata: 5 m
- Materiale: EN-GJL-200

Accessori:

Sensore di livello 0-1 mWS Lunghezza del cavo 10 m PG14 con omologazione ATEX per il controllo del livello in fluidi con sostanze fecali. La pressione idrostatica viene misurata nel fluido utilizzando il sensore di livello e, tramite una membrana, trasformato in un segnale elettrico direttamente nel sensore di pressione. Il segnale viene trasmesso all'apparecchio di comando e analizzato.

Dati tecnici

- Carico max. del contatto: 10...30 VDC/4...20 mA

- Modulo di contatto: Sonda livello
- Campo di misura : 0-1 mWS
- Lunghezza cavo: 10 m
- Grado di protezione: IP68

N. 2 Pompe completamente sommergibili per acque cariche per montaggio sommerso fisso e mobile per il pompaggio di acque reflue e acqua cariche contenenti sostanze fecali (nel campo di applicazione della norma **EN** 12050-1). Corpo del gruppo idraulico e girante in ghisa grigia, corpo del motore in acciaio inossidabile. La tenuta lato fluido e motore è garantita da due tenute meccaniche indipendenti dal senso di rotazione. Motore a raffreddamento superficiale in versione trifase con camera di tenuta e salvamotore termico. Cavo di collegamento rimovibile con estremità libera del cavo.

Dati operativi

- Fluido: Acque cariche 100 %
- Temperatura fluido: 20,00 °C
- Mandata: 25,00 m³/h
- Prevalenza: 20,00 m
- Prevalenza max.: 28,93 m

Dati prodotto

- Tipo di struttura della girante: Girante aperta arretrata
- Passaggio sferico libero del sistema idraulico: 50 mm
- Pressione d'esercizio massima: 3,1 bar
- Max. profondità d'immersione: 7 m
- temperatura fluido: 3...40 °C

Dati motore

- Tipo costruttivo motore: Motore sommerso – raffreddato ad aria
- Alimentazione di rete: 3~400 V/50 Hz
- Tolleranza di tensione: ±10 %
- Fattore di potenza: 0,82
- Potenza nominale del motore: 3,9 kW
- Ingresso corrente P1 max.: 4,8 kW
- Corrente nominale: 8,5 A
- Corrente di spunto: 55 A
- Tipo connessione: Diretto online (DOL)
- Numero dei poli: 2
- Numero giri nominale: 2879 1/min
- Frequenza max. di avviamenti: 30 1/h
- Classe isolamento: F
- Grado di protezione: IP68

- Modo di funzionamento (immerso): S1
- Modo di funzionamento (non sommerso): S2-15 min, S3-10%

Cavo

- Lunghezza cavo di collegamento: 10 m
- Tipo di cavo: H07RN-F
- Sezione del cavo: 6G1
- Spina di rete: no
- Tipo di cavo di collegamento: Rimovibile

Equipaggiamento/funzionamento

- Interruttore a galleggiante: no
- Frantumatrice: no
- Tipo di protezione antideflagrante: no
- Salvamotore: Bimetallo
- Controllo di tenuta del motore: no
- Controllo di tenuta della camera di tenuta: Opzionale
- Controllo di tenuta della camera perdite: no

Materiali

- Corpo pompa: EN-GJL-250
- Girante: EN-GJL-250
- Albero: 1.4401
- Materiale guarnizione lato pompa: QQPGG
- Materiale guarnizione lato motore: BXPFF
- Materiale guarnizione: NBR
- Materiale motore: 1.4301

Quota di montaggio

- Raccordo per tubi sul lato aspirante: DN 50, PN10
- Raccordo per tubi sul lato pressione: DN 50, PN10
- **Informazioni sull'inserimento di ordini**
- Montaggio sommerso fisso DN 50

Accessori:

Sistema di accoppiamento DN 50/2RK PG14 per montaggio nel pozzo pompe per installazione semplice della pompa per acque cariche sulla tubazione di mandata.

Fornitura:

- Piede di accoppiamento a curva con supporto per tubo doppio

- Flangia di accoppiamento per montaggio sulla bocca di mandata
- Tenuta a profilo
- Materiale per il montaggio

Dati tecnici

- Allacciamento ingresso: DN 50, PN10
- Allacciamento uscita: DN 50, PN10
- Materiale: EN-GJL-250

Accessori

Valvola di ritegno secondo EN 12050-4 per la chiusura automatica del tubo di mandata, per impedire un funzionamento a vuoto di questa e i colpi d'ariete che ne derivano. Incluso il materiale di montaggio.

- Collegamento: Flangia
- Elemento di chiusura: clapet con supporto a molla

Dati tecnici

- Allacciamento ingresso: DN 50, PN10
- Allacciamento uscita: DN 50, PN10
- Materiale: EN-GJL-250

Accessori:

Valvola d'intercettazione DN 50, EN-GJL-250 PG14con elemento a piastre e raccordi a flangia per la chiusura della rete di tubazioni. Inclusi gli accessori di montaggio.

Dati tecnici

- Allacciamento ingresso: DN 50, PN10
- Allacciamento uscita: DN 50, PN10
- Materiale: EN-GJL-250
- Accessori: Kit catena di ancoraggio PCS-CE, acciaio zincato, 400 kg 5 m PG14
- Catena di ancoraggio per il sollevamento, l'abbassamento e il trasporto di pompe e stazioni di sollevamento, incl. 2 grilli, con maglie per appendere.

Dati tecnici

- Portanza max.: 400 kg
- Durata: 5 m
- Materiale : EN-GJL-200
- Accessori: Sensore di livello 0-1 mWS Lunghezza del cavo 10 m PG14
- Sensore di livello con omologazione ATEX per il controllo del livello in fluidi con sostanze fecali. La pressione idrostatica viene misurata nel fluido utilizzando il sensore di livello e, tramite una membrana, trasformato in un segnale elettrico direttamente nel sensore di pressione. Il segnale viene trasmesso all'apparecchio di comando e analizzato.

Dati tecnici

- Carico max. del contatto: 10...30 VDC/4...20 mA
- Modulo di contatto: Sonda livello
- Campo di misura : 0-1 mWS
- Lunghezza cavo: 10 m
- Grado di protezione: IP68

N. 2 Pompe completamente sommergibili per acque cariche per montaggio sommerso mobile per il pompaggio di acque cariche senza materia fecale e acque reflue. Corpo del gruppo idraulico in ghisa grigia, girante in plastica e corpo motore in acciaio inossidabile. Sistema idraulico con raccordo di mandata verticale come raccordo filettato e girante aperta arretrata. Motore trifase raffreddato in superficie con salvamotore termico con autoinserimento. Cavo di collegamento con estremità cavo libera. La guarnizione è realizzata sul lato fluido con una tenuta meccanica, sul lato motore con un anello di tenuta sull'albero. Tutte le unità senza omologazione Ex.

Dati operativi

- Fluido: Acque cariche 100 %
- Temperatura fluido: 20,00 °C
- Mandata: 1,80 m^3/h
- Prevalenza: 6,00 m
- Prevalenza max.: 9,00 m

Dati pompa

- Tipo di struttura della girante: Girante aperta arretrata
- Passaggio sferico libero del sistema idraulico: 40 mm
- Pressione d'esercizio massima: 1 bar
- Max. profondità d'immersione: 2 m
- temperatura fluido: 3... 40 °C

Dati motore

- Tipo costruttivo motore: Motore sommerso – raffreddamento superficiale
- Alimentazione di rete: 3~400V/50 Hz
- Tolleranza di tensione: ±10 %
- Potenza nominale del motore: 0,5 kW
- Ingresso corrente P1 max.: 0,66 kW
- Corrente nominale: 1,3 A
- Tipo connessione: Diretto online (DOL)
- Numero dei poli: 2
- Numero giri nominale: 2900 1/min
- Frequenza max. di avviamenti: 30 1/h
- Classe isolamento: F

- Grado di protezione: IP68
- Modo di funzionamento (immerso): S1
- Modo di funzionamento (non sommerso): S3-20%

Cavo

- Lunghezza cavo di collegamento: 5 m
- Tipo di cavo: H07RN-F
- Sezione del cavo: 4G1
- Spina di rete: no
- Tipo di cavo di collegamento: Rimovibile
- Interruttore a galleggiante: no
- Frantumatrice: no
- Tipo di protezione antideflagrante: no
- Salvamotore: Bimetallo

Materiali

- Corpo pompa: EN-GJL-200
- Girante: PK-GF30
- Albero: 1.4301
- Materiale guarnizione lato pompa: BXPFF
- Materiale guarnizione lato motore: NBR
- Materiale guarnizione: NBR
- Materiale motore: 1.4301
- Raccordo per tubi sul lato pressione: G 1½, PN10

Dati tecnici

- Quantità max. pompe pilotabili: 2
- Fase: 1, 3~
- Tensione di taratura: 230/400 V
- Frequenza di rete: 50, 60 Hz
- Corrente nominale min.: 1,5 A
- Max. corrente nominale per pompa: 12,0 A
- Tipo connessione: Diretto online (DOL)
- Grado di protezione: IP54
- Materiale corpo : PC

17.3.9 Impianto idrico-sanitario – scarico acque meteoriche

17.3.9.1 *Descrizione impianto*

I progetti degli interventi di nuova costruzione, ferme restando le norme e i regolamenti più restrittivi (es. regolamenti urbanistici ed edilizi comunali, ecc.), devono prevedere la raccolta delle acque piovane per uso irriguo e/o per gli scarichi sanitari, attuata con impianti realizzati secondo la norma UNI/TS 11445 «Impianti per la raccolta e utilizzo dell'acqua piovana per usi diversi dal consumo umano - Progettazione, installazione e manutenzione» e la norma UNI EN 805 «Approvvigionamento di acqua - Requisiti per sistemi e componenti all'esterno di edifici» o norme equivalenti.

Le acque meteoriche relative alla stazione saranno convogliate in due vasche di aggottamento poste nel piano interrato e dotate di pompe sommergibili di sollevamento per il rilancio delle acque ad un pozzetto sifonato che per gravità immetterà le acque di scarico nel rio Maltempo.

Inoltre, in adiacenza al locale gruppo elettrogeno è prevista una ulteriore vasca di aggottamento di grandi dimensioni necessaria per la raccolta delle acque meteoriche della linea e anch'essa dotata di pompe di sollevamento di tipo sommergibile.

Tutte le pompe di aggottamento saranno in esecuzione doppia e sotto circuito privilegiato (collegato al gruppo elettrogeno) per garantire il funzionamento anche in assenza di alimentazione di rete o guasto ad una delle due pompe.

Per gli ambienti chiusi verrà realizzata una rete di scarico con pilette a pavimento.

Non essendo possibile scaricare il troppo pieno della vasca antincendio, direttamente a gravità al collettore fognario, lo scarico sarà convogliato ad una vasca di aggottamento e da questa pompato fino al pozzetto sifonato per il successivo scarico nel canale tombato (Rio Maltempo).

Al fine di evitare che le eccessive pressioni (specialmente notturne) sulla rete dell'acquedotto possano rompere le valvole a galleggiante si prevede, sulla rete idrica di rincalzo alla vasca di riserva idrica, a monte di dette valvole, l'installazione di una valvola limitatrice di portata in grado di mantenere automaticamente una portata preregolata e costante indipendentemente dalle variazioni di pressione a monte.

17.3.10 Impianto idrico di irrigazione

17.3.10.1.1 Descrizione impianto

Negli edifici di nuova costruzione, con una superficie destinata a verde pertinenziale e/o a cortile superiore a 100 m^2, è obbligatorio l'utilizzo delle acque meteoriche, raccolte dalle coperture degli edifici, per l'irrigazione del verde pertinenziale, la pulizia dei cortili e dei passaggi. Le coperture dei tetti devono essere munite, tanto verso il suolo pubblico quanto verso il cortile interno e altri spazi scoperti, di canali di gronda impermeabili, atti a convogliare le acque meteoriche nei pluviali e nel sistema di raccolta per essere riutilizzate.

Le cisterne per la raccolta delle acque meteoriche devono avere dimensioni non inferiori a 1 mc per ogni 30 mq di superficie delle coperture degli stessi. Devono essere dotate di un sistema di filtratura

per l'acqua in entrata, di uno sfioratore sifonato collegato alla rete di scarico interno alla proprietà (o eventualmente alla rete di scarico comunale) di un adeguato sistema di pompaggio per fornire l'acqua alla pressione necessaria agli usi suddetti. L'impianto idrico così formato non può essere collegato alla normale rete idrica e le sue bocchette devono essere dotate di dicitura "acqua non potabile", secondo la normativa vigente.

È stato progettato un impianto per il riutilizzo delle acque meteoriche a servizio della irrigazione delle aree verdi.

Poiché la superficie della copertura (pensiline) è di 1320 m^2 è stata progettata una riserva idrica di 44 m^3 realizzata mediante uno o più serbatoi in polietilene, preceduta da filtrazione antifoglie, vasca di prima pioggia e disoleatore. Dal sistema di raccolta sono previste n. 2 pompe per la alimentazione rispettivamente dell'impianto di irrigazione delle aree esterne a verde (aiuole e copertura piana a verde) e della vaschetta di cacciata del servizio igienico.

17.3.11 Impianti raffrescamento locali tecnici non di sistema

17.3.11.1 *Descrizione impianto raffreddamento blocco Sud centrali elettriche*

In tutti i locali tecnici per i quali vi sia una produzione endogena di calore è previsto un sistema di raffreddamento estivo ad espansione diretta del tipo a portata variabile (VRV/VRF) con regolazione locale mediante termostato ambiente.

Il blocco delle centrali è costituito da:

- Locali UPS (n.2 locali);
- Centrale di condizionamento (motocondensanti gruppi refrigeratori);
- Locale SIAP;
- Cabina elettrica di trasformazione MT/BT;
- Locale QGBT;
- Locali inverter a servizio del fotovoltaico montato sulla copertura piana delle pensiline per una potenza nominale di picco di 220 kWp (locale a disposizione);

I locali suelencati saranno raffreddati mediante un sistema ad espansione diretta regolato da termostati ambiente.

Un data logger monitorerà la temperatura ambientale e consentirà di segnalare in remoto eventuali anomalie termiche, tali da determinare criticità al sistema che dovrà operare tutto l'anno entro un prefissato range di temperatura.

Il sistema sarà quindi in pompa di calore e adotterà delle unità ambiente non canalizzate (fancoil a pavimento).

La rete di scarico della condensa passerà a soffitto del piano tecnico interrato.

L'unità esterna sarà unica per tutte le unità interne (con esclusione dell'impianto a servizio dei locali da riscaldare in inverno).

17.3.11.2 *Descrizione impianto locale telecomunicazioni SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)*

Il locale di controllo, supervisione e acquisizione dati (sistema informatico distribuito per il monitoraggio elettronico della metropolitana) per la sua importanza strategica sarà climatizzato con un sistema ad espansione diretta regolato da termostato ambiente.

Un data logger monitorerà la temperatura ambientale e consentirà di segnalare in remoto eventuali anomalie termiche tali da determinare criticità al sistema che dovrà operare tutto l'anno entro un ben determinato range di temperatura.

Il sistema sarà quindi in pompa di calore e adotterà n. 3 unità ambiente non canalizzate (fancoil a pavimento).

La rete di scarico della condensa passerà a soffitto del piano tecnico interrato.

L'unità esterna del sistema di raffreddamento estivo ad espansione diretta del tipo a portata variabile (VRV/VRF) sarà unica per tutte le apparecchiature interne.

17.3.11.3 *Descrizione impianto locali tecnici blocco Nord e locale segnalamento / sezionatori*

Si prevede un impianto ad espansione diretta di fluido refrigerante abbinato all'impianto a servizio del locale SCADA e del blocco centrali elettriche Sud.

L'impianto nel complesso sarà del tipo a portata variabile di fluido refrigerante (VRV/VRF) con possibilità di recupero termico tra i diversi locali adotterà delle unità ambiente non canalizzate (fancoil a pavimento).

17.3.11.4 *Specifiche tecniche*

17.3.11.4.1 Lista materiali

La seguente lista dei materiali si riferisce alle grandezze dei prodotti Daikin. L'elenco è da intendersi solamente tipologico, in quanto saranno utilizzabili prodotti analoghi (sistemi di climatizzazione ad espansione diretta VRV/VRF) di qualsiasi altra marca primaria.

Modello	Quantità	Descrizione
REYQ32U	1	REYQ-U (VRV IV)
RYYQ12U	1	RYYQ-U (VRV IV Continuous Heating)
BS1Q10A	7	Unità BS
BS1Q16A	3	Unità BS
FXLQ25P	7	FXLQ - Floor standing

FXLQ32P	4	FXLQ - Floor standing
FXLQ50P	18	FXLQ - Floor standing
KHRQ22M20T	3	Kit Refnet
KHRQ22M29T9	1	Kit Refnet
KHRQ22M64T	1	Kit Refnet
KHRQ23M20T	2	Kit Refnet
KHRQ23M29T9	3	Kit Refnet
KHRQ23M64T	3	Kit Refnet
KHRQ23M75T	1	Kit Refnet
KHRQ22M29H	6	Kit Refnet
DCM601A51	1	Intelligent Touch Manager
BHFQ23P907	1	Outdoor unit multi connection piping kit for 2 modules HR
BRC1H519W7	26	Remote controller (white)

17.3.11.4.2 Tabella delle abbreviazioni

Abbreviazione	Descrizione
Nome	Nome identificativo del dispositivo
FCU	Modello del dispositivo
▲	Selezione ottimizzata: per il fattore di tolleranza impostato l'unità interna selezionata è di taglia superiore
Tmp C	Condizioni interne in raffreddamento
Rq TC	Capacità di raffreddamento totale richiesta
Rv TC	Capacità di raffreddamento totale ricalcolata (richiesta all'esterna)
Max TC	Capacità di raffreddamento totale disponibile
Rq SC	Capacità di raffreddamento sensibile richiesta
Tevap	Temperatura di evaporazione dell'unità interna
Tdis C	Temperatura dell'aria di mandata dell'unità interna in raffreddamento

Max SC	Capacità di raffreddamento sensibile disponibile
Tmp H	Condizioni interne in riscaldamento
Rq HC	Capacità di riscaldamento richiesta
Max HC	Capacità disponibile in riscaldamento
Tdis H	Temperatura dell'aria di mandata dell'unità interna in riscaldamento
Livello sonoro	Livello di pressione sonora (bassa e alta vel)
PS	Alimentazione (tensione e fasi)
MCA	Massima corrente del circuito
MOP	Protezione massima sovracorrente
FLA	Corrente di funzionamento nominale del ventilatore
RLA	Corrente nominale di funzionamento
LxAxP	LarghezzaxAltezzaxProfondità
Peso	Peso
Min scambiatore	Volume minimo scambiatore
Max scambiatore	Volume massimo scambiatore
Portata Aria	Portata Aria

17.3.11.4.3 Raffreddamento tecnico - REYQ32U = REYQ16U + REYQ16U

Dati di capacità al rapporto di connessione (108)% ed alle condizioni impostate

Nome	FCU	Raffreddamento						Riscaldamento			
		Tmp C	Rq TC	Max TC	Rq SC	Tevap	Max SC	Tmp H	Rq HC	Max HC	Portata Aria
		°C (DBT/RH)	kW	kW	kW	°C	kW	°C	kW	kW	m³/h
TELECOMUNICAZIONI	FXLQ50P ▲	26,0/50 %	n/a+1%	5,5	n/a	6,0	3,7	20,0	n/a+1%	6,3	840,00
TELECOMUNICAZIONI	FXLQ50P ▲	26,0/50 %	n/a+1%	5,5	n/a	6,0	3,7	20,0	n/a+1%	6,3	840,00

Nome	FCU	Raffreddamento						Riscaldamento			
		Tmp C	Rq TC	Max TC	Rq SC	Tevap	Max SC	Tmp H	Rq HC	Max HC	Portata Aria
		°C (DBT/RH)	kW	kW	kW	°C	kW	°C	kW	kW	m³/h
TELECOMUNICAZIONI	FXLQ50P ▲	26,0/50 %	n/a+1%	5,5	n/a	6,0	3,7	20,0	n/a+1%	6,3	840,00
SEZIONATORI	FXLQ50P ▲	26,0/50 %	n/a+1%	5,5	n/a	6,0	3,7	20,0	n/a+1%	6,3	840,00
SEZIONATORI	FXLQ50P ▲	26,0/50 %	n/a+1%	5,5	n/a	6,0	3,7	20,0	n/a+1%	6,3	840,00
QUADRI SECOND.	FXLQ32P ▲	26,0/50 %	n/a+1%	3,5	n/a	6,0	2,4	20,0	n/a+1%	4,0	480,00
QUADRI SECOND.	FXLQ32P ▲	26,0/50 %	n/a+1%	3,5	n/a	6,0	2,4	20,0	n/a+1%	4,0	480,00
MT/BT	FXLQ50P ▲	26,0/50 %	n/a+1%	5,5	n/a	6,0	3,7	20,0	n/a+1%	6,3	840,00
MT/BT	FXLQ50P ▲	26,0/50 %	n/a+1%	5,5	n/a	6,0	3,7	20,0	n/a+1%	6,3	840,00
MT/BT	FXLQ50P ▲	26,0/50 %	n/a+1%	5,5	n/a	6,0	3,7	20,0	n/a+1%	6,3	840,00
QGBT	FXLQ50P ▲	26,0/50 %	n/a+1%	5,5	n/a	6,0	3,7	20,0	n/a+1%	6,3	840,00
QGBT	FXLQ50P ▲	26,0/50 %	n/a+1%	5,5	n/a	6,0	3,7	20,0	n/a+1%	6,3	840,00
QGBT	FXLQ50P ▲	26,0/50 %	n/a+1%	5,5	n/a	6,0	3,7	20,0	n/a+1%	6,3	840,00
UPS 2	FXLQ25P ▲	26,0/50 %	n/a+1%	2,7	n/a	6,0	2,0	20,0	n/a+1%	3,2	420,00
UPS 1	FXLQ25P ▲	26,0/50 %	n/a+1%	2,7	n/a	6,0	2,0	20,0	n/a+1%	3,2	420,00
A DISPOS.	FXLQ50P ▲	26,0/50 %	n/a+1%	5,5	n/a	6,0	3,7	20,0	n/a+1%	6,3	840,00

Nome	FCU	Raffreddamento						Riscaldamento			
		Tmp C	Rq TC	Max TC	Rq SC	Tevap	Max SC	Tmp H	Rq HC	Max HC	Portata Aria
		°C (DBT/RH)	kW	kW	kW	°C	kW	°C	kW	kW	m³/h
A DISPOS.	FXLQ50P ▲	26,0/50 %	n/a+1%	5,5	n/a	6,0	3,7	20,0	n/a+1%	6,3	840,00
A DISPOS.	FXLQ50P ▲	26,0/50 %	n/a+1%	5,5	n/a	6,0	3,7	20,0	n/a+1%	6,3	840,00
A DISPOS.	FXLQ50P ▲	26,0/50 %	n/a+1%	5,5	n/a	6,0	3,7	20,0	n/a+1%	6,3	840,00

Nome	**Locale**	**Livello sonoro**	**PS**	**MCA**	**MOP**	**LxAxP**	**Peso**
		dBA		**A**		**mm**	**kg**
TELECOMUNICAZIONI		35 - 40	230V 1ph	0,6	Factory Std	1.420 x 600 x 232	36,0
TELECOMUNICAZIONI		35 - 40	230V 1ph	0,6	Factory Std	1.420 x 600 x 232	36,0
TELECOMUNICAZIONI		35 - 40	230V 1ph	0,6	Factory Std	1.420 x 600 x 232	36,0
SEZIONATORI		35 - 40	230V 1ph	0,6	Factory Std	1.420 x 600 x 232	36,0
SEZIONATORI		35 - 40	230V 1ph	0,6	Factory Std	1.420 x 600 x 232	36,0
QUADRI SECOND.		33 - 36	230V 1ph	0,6	Factory Std	1.140 x 600 x 232	30,0
QUADRI SECOND.		33 - 36	230V 1ph	0,6	Factory Std	1.140 x 600 x 232	30,0
MT/BT		35 - 40	230V 1ph	0,6	Factory Std	1.420 x 600 x 232	36,0
MT/BT		35 - 40	230V 1ph	0,6	Factory Std	1.420 x 600 x 232	36,0
MT/BT		35 - 40	230V 1ph	0,6	Factory Std	1.420 x 600 x 232	36,0
QGBT		35 - 40	230V 1ph	0,6	Factory Std	1.420 x 600 x 232	36,0
QGBT		35 - 40	230V 1ph	0,6	Factory Std	1.420 x 600 x 232	36,0
QGBT		35 - 40	230V 1ph	0,6	Factory Std	1.420 x 600 x 232	36,0
UPS 2		33 - 36	230V 1ph	0,3	Factory Std	1.000 x 600 x 232	25,0
UPS 1		33 - 36	230V 1ph	0,3	Factory Std	1.000 x 600 x 232	25,0

Nome	Locale	Livello sonoro	PS	MCA	MOP	LxAxP	Peso
		dBA		A		mm	kg
A DISPOS.		35 - 40	230V 1ph	0,6	Factory Std	1.420 x 600 x 232	36,0
A DISPOS.		35 - 40	230V 1ph	0,6	Factory Std	1.420 x 600 x 232	36,0
A DISPOS.		35 - 40	230V 1ph	0,6	Factory Std	1.420 x 600 x 232	36,0
A DISPOS.		35 - 40	230V 1ph	0,6	Factory Std	1.420 x 600 x 232	36,0

17.3.11.4.4 Requisiti tecnici di raffreddamento

L'utilizzo di unità interne per il raffreddamento tecnico impone le seguenti restrizioni:

- Al di sotto di -5°C è richiesta una copertura antivento
- Al di sotto di -5°C di temperatura esterna la resa in raffreddamento diminuisce (-10°C: 80% / -15°C: 65% / -20°C: 60%). Tenere in considerazione che il software non prende in considerazione tale riduzione di capacità.
- Sotto + 5°C tutte le scatole BS possono essere più rumorose (massimo +3 dBA)

Vincoli di installazione:

- Il rapporto di connessione dell'unità esterna collegata alle unità interne utilizzate per il raffreddamento tecnico deve essere compreso tra il 50% e il 130%.
- Le unità interne devono essere collegate a un selettore BS.
- Il dislivello massimo non deve superare i 40m, per un'unità esterna al di sotto delle sue unità interne.
- Il raffreddamento tecnico non è consentito in combinazione con un selettore multi-BS a recupero di calore VRV IV.

Il raffreddamento tecnico viene attivato tramite un'impostazione di servizio sull'unità esterna. Si può scegliere tra "raffreddamento standard" e "raffreddamento tecnico". Nel raffreddamento standard (impostazione di fabbrica), l'intervallo di funzionamento è compreso tra -5°C e 43°C, mentre il range di raffreddamento tecnico è compreso tra -20°C e 43°C.

17.3.11.4.5 Altri locali - RYYQ12U

Dati di capacità al rapporto di connessione (113)% ed alle condizioni impostate

Nome	FCU	Raffreddamento						Riscaldamento			
		Tmp C	Rq TC	Max TC	Rq SC	T_{evap}	Max SC	Tmp H	Rq HC	Max HC	Portata Aria
		°C (DBT/RH)	kW	kW	kW	°C	kW	°C	kW	kW	m³/h
A DISPOS.	FXLQ25P ▲	26,0/50%	n/a+1%	2,7	n/a	6,0	2,0	20,0	n/a+1%	3,2	420,00
A DISPOS.	FXLQ25P ▲	26,0/50%	n/a+1%	2,7	n/a	6,0	2,0	20,0	n/a+1%	3,2	420,00
AGENTE	FXLQ25P ▲	26,0/50%	n/a+1%	2,7	n/a	6,0	2,0	20,0	n/a+1%	3,2	420,00
PULIZIE	FXLQ32P ▲	26,0/50%	n/a+1%	3,5	n/a	6,0	2,4	20,0	n/a+1%	4,0	480,00
UFF. MOVIMENTI	FXLQ25P ▲	26,0/50%	n/a+1%	2,7	n/a	6,0	2,0	20,0	n/a+1%	3,2	420,00
ANTINCENDIO	FXLQ50P ▲	26,0/50%	n/a+1%	5,5	n/a	6,0	3,7	20,0	n/a+1%	6,3	840,00
WC	FXLQ32P ▲	26,0/50%	n/a+1%	3,5	n/a	6,0	2,4	20,0	n/a+1%	4,0	480,00
SPOGLIATOIO	FXLQ25P ▲	26,0/50%	n/a+1%	2,7	n/a	6,0	2,0	20,0	n/a+1%	3,2	420,00

Nome	**Locale**	**Livello sonoro**	**PS**	**MCA**	**MOP**	**LxAxP**	**Peso**
		dBA		**A**		**mm**	**kg**
A DISPOS.		33 - 36	230V 1ph	0,3	Factory Std	1.000 x 600 x 232	25,0
A DISPOS.		33 - 36	230V 1ph	0,3	Factory Std	1.000 x 600 x 232	25,0
AGENTE		33 - 36	230V 1ph	0,3	Factory Std	1.000 x 600 x 232	25,0
PULIZIE		33 - 36	230V 1ph	0,6	Factory Std	1.140 x 600 x 232	30,0
UFF. MOVIMENTI		33 - 36	230V 1ph	0,3	Factory Std	1.000 x 600 x 232	25,0

Nome	Locale	Livello sonoro	PS	MCA	MOP	LxAxP	Peso
		dBA		A		mm	kg
ANTINCENDIO		35 - 40	230V 1ph	0,6	Factory Std	1.420 x 600 x 232	36,0
WC		33 - 36	230V 1ph	0,6	Factory Std	1.140 x 600 x 232	30,0
SPOGLIATOIO		33 - 36	230V 1ph	0,3	Factory Std	1.000 x 600 x 232	25,0

17.3.11.4.6 Dettagli unità esterna

Abbreviazione	Descrizione
Nome	Nome identificativo del dispositivo
Modello	Modello del dispositivo
CR	Rapporto di connessione
Tmp C	Condizioni esterne in raffreddamento
WFR	Portata d'acqua per modulo unità esterna
CC	Capacità di raffreddamento disponibile
Rq CC	Capacità di raffreddamento richiesta
PIC	Assorbimento nominale in raffreddamento
InC	Temperatura di ingresso dell'acqua in modalità raffreddamento
OutC	Temperatura di uscita dell'acqua in modalità raffreddamento
Tmp H	Condizioni esterne in riscaldamento (temp. a bulbo secco / RH)
HC	Capacità di riscaldamento disponibile (capacità di riscaldamento integrata)
Rq HC	Capacità di riscaldamento richiesta
PIH	Assorbimento nominale in riscaldamento
InH	Temperatura di ingresso dell'acqua in modalità riscaldamento
OutH	Temperatura di uscita dell'acqua in modalità riscaldamento
Tubazioni	Distanza dall'unità esterna all'unità interna più lontana

Bse Refr	Carica di refrigerante fabbrica standard (5m di lunghezza effettiva delle tubazioni) esclusa la carica di refrigerante aggiuntiva. Per il calcolo della carica aggiuntiva del refrigerante, fare riferimento al manuale tecnico
Ex Refr	Carica aggiuntiva di refrigerante
PS	Alimentazione (tensione e fasi)
MCA	Massima corrente del circuito
MOP	Protezione massima sovracorrente
FLA	Corrente di funzionamento nominale del ventilatore
RLA	Corrente nominale di funzionamento
LxAxP	LarghezzaxAltezzaxProfondità
Peso	Peso
EER	EER valore in condizioni nominali
IEER	IEER valore in condizioni nominali
COP47	COP Valore a condizioni nominali e alla temperatura ambiente di 8°C
COP17	COP Valore a condizioni nominali e alla temperatura ambiente di -8°C

Nome	Modello	CR	Raffreddamento			Riscaldamento			Tubazioni
			Tmp C	CC	Rq CC	Tmp H	HC	Rq HC	
		%	°C	kW	kW	°C (DBT/RH)	kW	kW	m
Out 1 - Raffreddamento tecnico	REYQ32U	107,8	35,0	90,4	47,4	-5,0/80%	72,6	54,5	7,5
Out 2	RYYQ12U	112,5	35,0	31,1	18,6	-5,0/80%	25,5	21,5	70,0

Nome	Modello	PS	MCA	MOP	RLA	FLA	LxAxP	Peso
			A	A	A	A	mm	kg
Out 1 - Raffreddamento tecnico	REYQ32U	400V 3Nph						
A	- REYQ16U		31,0	40,0	18,5	2,6	1.240 x 1.685 x 765	314,0

Nome	Modello	PS	MCA	MOP	RLA	FLA	LxAxP	Peso
			A	A	A	A	mm	kg
B	- REYQ16U		31,0	40,0	18,5	2,6	1.240 x 1.685 x 765	314,0
BS 1	BS1Q16A	230V 1ph					388 x 207 x 326	12,0
BS 2	BS1Q10A	230V 1ph					388 x 207 x 326	12,0
BS 3	BS1Q10A	230V 1ph					388 x 207 x 326	12,0
BS 4	BS1Q10A	230V 1ph					388 x 207 x 326	12,0
BS 5	BS1Q16A	230V 1ph					388 x 207 x 326	12,0
BS 6	BS1Q16A	230V 1ph					388 x 207 x 326	12,0
BS 7	BS1Q10A	230V 1ph					388 x 207 x 326	12,0
BS 8	BS1Q10A	230V 1ph					388 x 207 x 326	12,0
BS 9	BS1Q10A	230V 1ph					388 x 207 x 326	12,0
BS 10	BS1Q10A	230V 1ph					388 x 207 x 326	12,0
Out 2	RYYQ12U	400V 3Nph	24,0	32,0	12,7		930 x 1.685 x 765	252,0

Nome	Modello	$\eta_{s,h}$ Riscaldamento	$\eta_{s,c}$ Raffreddamento	SCOP	SEER
		%	%		
Out 1 - Raffreddamento tecnico	REYQ32U	138,9	216,8	3,50	5,50
Out 2	RYYQ12U	161,4	247,8	4,10	6,30

17.3.11.4.7 Informazioni relative al refrigerante

Nome	Modello	Tipo di refrigerante	GWP	Carica di fabbrica kg	TCO2 equivalenti
Out 1 - Raffreddamento tecnico	REYQ32U	R410A	2087.5	23,6	49.3
Out 2	RYYQ12U	R410A	2087.5	6,3	13.2

Il sistema contiene gas fluorurati ad effetto serra.

Il valore di CO_2 equivalente è calcolato in base alla sola carica di fabbrica di refrigerante. In base alla lunghezza delle tubazioni deve essere aggiunto il refrigerante supplementare che aumenta il valore di CO_2 equivalente.

17.3.11.4.8 Raffreddamento tecnico - REYQ32U = REYQ16U + REYQ16U

Modello	Quantità	Descrizione
REYQ32U	1	REYQ-U (VRV IV)
BS1Q10A	7	Unità BS
BS1Q16A	3	Unità BS
FXLQ25P	2	FXLQ - Floor standing
FXLQ32P	2	FXLQ - Floor standing
FXLQ50P	15	FXLQ - Floor standing
KHRQ22M20T	3	Kit Refnet
KHRQ23M20T	2	Kit Refnet
KHRQ23M29T9	3	Kit Refnet
KHRQ23M64T	3	Kit Refnet
KHRQ23M75T	1	Kit Refnet
KHRQ22M29H	3	Kit Refnet
BHFQ23P907	1	Outdoor unit multi connection piping kit for 2 modules HR
BRC1H519W7	16	Remote controller (white)

17.3.11.4.9 Selezione dei diametri delle tubazioni

Indice di connessione massimo	**Diametri**
149.9	9,5mmx15,9mmx12,7mm
199.9	9,5mmx19,1mmx15,9mm
289.9	9,5mmx22,2mmx19,1mm
419.9	12,7mmx28,6mmx19,1mm
639.9	15,9mmx28,6mmx28,6mm
919.9	19,1mmx34,9mmx28,6mm

Indice di connessione massimo	Diametri
> 919.9	19,1mmx41,3mmx28,6mm
Tubazione principale sovradimensionata	22,2mmx34,9mmx28,6mm

Assicurarsi di prevedere una connessione per la tubazione di scarico condensa ad ogni multi-box BS presente nel sistema.

Deve essere rispettata la distanza tra moduli di unità esterne in base alle regole di installazione indicate nei manuali.

17.3.11.4.10 Limitazioni delle tubazioni

Descrizione	Valore
Lunghezza massima complessiva	1.000,0m
Lunghezza massima effettiva	165,0m
Lunghezza massima equivalente	190,0m
Lunghezza massima della tubazione principale	-
Lunghezza massima tra primo giunto e unità interna più lontana	40,0m
Lunghezza massima tra primo giunto e unità interna più lontana	90,0m
Distanza massima tra unità interne e relativo giunto	40,0m
Differenza di lunghezza massima tra il ramo dell'unità interna più lontana e il ramo dell'unità interna più vicina	40,0m
Dislivello massimo, unità esterna al di sotto delle unità interne	90,0m
Rapporto di connessione minimo in caso di unità esterna posizionata al di sotto delle unità interne	-
Dislivello massimo in caso di unità esterna posizionata al di sopra delle unità interne	90,0m
Rapporto di connessione minimo in caso di unità esterna posizionata al di sopra delle unità interne	-
Dislivello massimo in caso di raffreddamento tecnico ed unità esterna posizionata al di sotto delle unità interne	90,0m
Dislivello massimo in caso di raffreddamento tecnico ed unità esterna posizionata al di sopra delle unità interne	90,0m
Dislivello massimo tra unità interne	30,0m

Diametri delle tubazioni del refrigerante: 22,2mm (liquido) x 34,9mm (gas) x 28,6mm (mandata)	
Lunghezza equivalente massima tra primo giunto e unità BP o unità VRV	-
Lunghezza massima equivalente tra primo giunto e unità BP o unità VRV	90,0m
Lunghezza massima effettiva tra compressore e condensatore (VRV-i)	-
Dislivello massimo tra compressore e condensatore (VRV-i)	-

17.3.11.4.11 Altri locali - RYYQ12U

Modello	Quantità	Descrizione
RYYQ12U	1	RYYQ-U (VRV IV Continuous Heating)
FXLQ25P	5	FXLQ - Floor standing
FXLQ32P	2	FXLQ - Floor standing
FXLQ50P	3	FXLQ - Floor standing
KHRQ22M29T9	1	Kit Refnet
KHRQ22M64T	1	Kit Refnet
KHRQ22M29H	3	Kit Refnet
BRC1H519W7	10	Remote controller (white)

17.3.11.4.12 Best Practices

Per una maggiore sicurezza relativamente al rischio di incendio l'alimentazione di unità interne ed esterne deve essere protetta da un interruttore differenziale. Per protezione al fuoco si raccomanda una sensibilità di 300mA.

17.3.11.4.13 Tubazioni in rame

Le tubazioni in rame saranno di tipo trafilato serie pesante secondo UNI EN 1057:2010 con designazione numerica conforme a UNI EN 1412:1998.

In linea generale e salvo specifiche prescrizioni diverse, le tubazioni di diametro esterno fino a 18 mm saranno in rame ricotto (R220) in rotoli, poste in opera possibilmente senza saldatura.

Il collegamento delle tubazioni agli organi finali (valvolame - collettori complanari, o simili) avverrà mediante raccordi filettati a compressione in ottone, con interposizione di un'ogiva in ottone (o altro materiale, purché sia garantita la durata nel tempo della tenuta) all'esterno del tubo e di un'anima di rinforzo all'interno del tubo. Le curve saranno eseguite tutte con piega tubi.

Se richiesto, il tubo in rame di diametri fino a 18 mm, sarà fornito già rivestito con guaina aerata in pvc per distribuzione di gas combustibile.

Le tubazioni di diametro esterno superiore a 18 mm saranno in rame crudo (R290) in barre, poste in opera con raccorderia a saldare a bicchiere, la saldatura avverrà previa accurata preparazione delle estremità (pulizia e spalmatura di pasta fluidificante-disossidante) con lega a brasare tipo “castolin”

Le tubazioni dovranno in ogni caso portare la prescritta marcatura.

Ove richiesto e/o necessario, le tubazioni saranno isolate all’origine con guaina standard in polietilene reticolato estruso ed espanso, oppure elastomero espanso di gomma sintetica nitrilica, a celle chiuse, con rivestimento protettivo antigraffio e con funzione di barriera al vapore, in PVC o polietilene, ripresa per continuità sulle giunzioni e sigillato con apposito nastro autoadesivo fornito dalla stessa casa costruttrice.

Salvo specifiche indicazioni diverse riportate in altri elaborati di progetto, le tubazioni in rame per usi generici (UNI EN 1057) avranno le caratteristiche indicate nella seguente tabella:

TUBI IN RAME PER USI GENERICI - UNI EN 1057		
Diametro esterno (mm)	Spessore (mm)	Massa lineica (kg/m)
6	1	0,140
8	1	0,198
10	1	0,252
12	1	0,308
14	1	0,363
15	1	0,391
16	1	0,419
18	1	0,475
22	1,5	0,859
28	1,5	1,111
35	1,5	1,405
42	2	1,699
54	2	2,908
64	2	3,465
76,1	2	5,144
88,9	2	6,039
108	2,5	7,375
133	3	10,905
159	3	13,085
219	3	18,118
267	3	22,145

17.3.12 Impianto di riscaldamento e condizionamento box agente di stazione, bagno e ufficio movimento

17.3.12.1 *Descrizione impianto termico*

La tipologia impiantistica individuata è del tipo ad espansione diretta di fluido refrigerante a portata variabile (VRV/VRF) con commutazione stagionale (in pompa di calore) e recupero termico Trattasi di Impianto di climatizzazione ad espansione diretta di fluido refrigerante a portata variabile (VRV/VRF) ad inversione di ciclo (in pompa di calore) per il riscaldamento invernale e il condizionamento estivo o il raffrescamento dei locali tecnologici con produzione endogena di carico termico.

Il sistema sul quale si basa il progetto è del tipo splittato (a due sezioni) ad espansione diretta di refrigerante ecologico e commutazione stagionale (in pompa di calore) con un'unità esterna del tipo a torre con ventilatore assiale superiore e unità interne per montaggio verticale a pavimento.

Il sistema di generazione è costituito da un'unità esterna motocondensante per sistema VRV/VRF, refrigerante R410A, a pompa di calore, a struttura modulare per installazione affiancata di più unità. L'impianto dovrà avere la funzione di riscaldamento continuo durante la fase di sbrinamento senza interruzione dell'erogazione di calore in ambiente.

Si dovrà prevedere un sistema tipo Daikin VRV IV o similare di primaria marca.

L'unità esterna prevista è del tipo a torre sistema Daikin VRV RYYQ_potenza[HP]_U o similare.

L'unità esterna sarà diversa da quella adottata per i locali tecnici e sarà unica per tutte le unità interne (con esclusione dell'impianto a servizio dei locali da riscaldare in inverno).

I locali saranno climatizzati mediante delle unità ambiente non canalizzate (fancoil a pavimento) regolate da termostato ambiente.

Le unità interne previste sono del tipo per installazione a pavimento sistema Daikin VRV FXLQ_taglia o similare.

Il fluido termovettore (gas refrigerante) sarà distribuito in tubazioni in rame preisolate secondo quanto prescritto dal D.P.R. 412/93.

La rete di scarico della condensa passerà a soffitto del piano tecnico interrato.

La termoregolazione dovrà avvenire attraverso termostato ambiente per la regolazione delle unità interne (fancoil a pavimento).

La contabilizzazione dell'energia termica avverrà tramite la contabilizzazione dell'energia elettrica assorbita dalle varie utenze mediante contatori a defalco.

17.3.12.2 *Descrizione impianto di ventilazione meccanica controllata*

Saranno realizzati due sistemi distinti di ventilazione meccanica con recuperatore di calore ad alta efficienza per la zona del box ADS e locali annessi e per i servizi igienici (WC e spogliatoio).

17.3.12.3 *Ventilazione meccanica controllata*

Deve essere garantita l'aerazione in tutti i locali in cui sia prevista una possibile occupazione da parte di persone anche per intervalli temporali ridotti. Per destinazioni d'uso diverse da quelle residenziali i valori dei ricambi d'aria dovranno essere ricavati dalla normativa tecnica UNI EN ISO 13779:2008. In caso di impianto di ventilazione meccanica (classe II, low polluting building, annex B.1) fare riferimento alla norma UNI 15251:2008. I bagni secondari senza aperture dovranno essere dotati obbligatoriamente di sistemi di aerazione forzata, che garantiscano almeno 5 ricambi l'ora.

Nella realizzazione di impianti di ventilazione a funzionamento meccanico controllato (VMC) si dovranno limitare la dispersione termica, il rumore, il consumo di energia, l'ingresso dall'esterno di agenti inquinanti (ad es. polveri, pollini, insetti etc.) e di aria calda nei mesi estivi. É auspicabile che tali impianti prevedano anche il recupero di calore statico e/o la regolazione del livello di umidità dell'aria e/o un ciclo termodinamico a doppio flusso per il recupero dell'energia contenuta nell'aria estratta per trasferirla all'aria immessa (pretrattamento per riscaldamento e raffrescamento dell'aria, già filtrata, da immettere negli ambienti).

È stato progettato un impianto di ventilazione meccanica controllata in grado di garantire le portate di aria di rinnovo richieste dalla norma UNI EN 16798-3:2018 (che sostituisce la UNI EN ISO 13779:2008). Gli affollamenti sono ricavati dalla UNI 10339:1995. La valutazione è riportata nella tabella seguente. L'impianto di ventilazione dovrà essere conforme alla norma UNI EN 16798-1:2019 (che sostituisce la UNI 15251:2008).

Locale	*Superficie [m^2]*	*Volume [m^3]*	*Affollamento [persone]*	*Portata aria specifica [m^3/h]*	*Portata aria tot. calcolata [m^3/h]*	*Portata aria tot. adottata [m^3/h]*
Locale a disposizione	9,5	28,5	1	40	40	75
Disimpegno	10	30	1	40	40	75
Box agente di stazione	12	36	1	40	40	75
Spogliatoio	5	15	-	8 vol/h	120	150
Servizio igienico	11,5	34,5	-			

Saranno installate n. 2 unità ventilanti a recupero della portata nominale rispettivamente di 250 e 150 m^3/h.

Le unità ventilanti saranno dotate di recupero termico ad elevata efficienza per limitare i consumi e di filtrazione per garantire la qualità dell'aria. Le griglie di presa aria esterna saranno collocate ad una altezza di almeno 4 m. Le griglie di presa aria esterna e quelle di espulsione saranno realizzate in modo da evitare il by-pass dell'aria estratta.

17.3.12.4 *Specifiche tecniche - canalizzazioni*

17.3.12.4.1 Caratteristiche Costruttive

Tutte le canalizzazioni aria, così come previste negli allegati disegni di progetto saranno realizzate in lamiera di acciaio zincata a caldo.

Tutti i canali dovranno essere realizzati in lamiera di acciaio zincato a caldo (Sendzimir lock - forming quality) di prima scelta con spessore minimo di zinco corrispondente al tipo Z 200 secondo Norme UN UNI EN 10142 – 10143 e 10147 (sostituiscono UNI 5753/75).

Gli spessori da impiegare per le lamiere zincate saranno i seguenti:

Canali rettangolari

Dimensione del lato maggiore [mm]	Spessore lamiera [mm]
fino a 300	6/10 senza irrigidimenti
oltre 300 e fino a 450	6/10 con irrigidimenti

I canali a sezione rettangolare verranno realizzati mediante piegatura delle lamiere e graffatura longitudinale dei bordi eseguita a macchina (giunto tipo Pittsburg): non saranno pertanto ammessi canali giuntati longitudinalmente con sovrapposizione dei bordi e rivettature.

Salvo casi particolari, da approvarsi di volta in volta, il rapporto tra il lato maggiore e quello minore non dovrà superare 4:1.

I cambiamenti di direzione verranno eseguiti mediante curve ad ampio raggio, con rapporto non inferiore a 1,25 fra il raggio di curvatura e la dimensione di larghezza della faccia del canale parallelo al piano di curvatura.

Qualora per ragioni d'ingombro fosse necessario eseguire curve a raggio stretto le stesse dovranno essere munite internamente di alette deflettrici per il convogliamento dei filetti di aria allo scopo di evitare fenomeni di turbolenza.

In alternativa alle canalizzazioni metalliche per i canali di piccola dimensione (tratti orizzontali di distribuzione uffici) passanti entro la controsoffittatura potranno essere utilizzate canalizzazioni in lastre di poliuretano rivestite su entrambe i lati di lamierino di alluminio goffrato.

17.3.12.4.2 Giunzioni

I vari tronchi di canale rettangolare saranno giuntati fra di loro mediante flange di tipo scorrevole o realizzate con angolari di ferro 30 X 3. Le flange saranno sempre realizzate con profilati zincati.

Le giunzioni dovranno essere sigillate oppure munite di idonee guarnizioni per evitare perdite di aria nelle canalizzazioni stesse.

17.3.12.4.3 Dimensionamento

Le canalizzazioni sono state dimensionate per i seguenti valori indicativi delle velocità di convogliamento dell'aria, in funzione sia delle perdite di carico ammissibili nel circuito e che del livello sonoro che si vuole mantenere negli ambienti condizionati o ventilati:

- a) canali di mandata
  - tronchi principali: velocità comprese fra 4 e 5 m/s
  - diramazioni: velocità comprese fra 3 e 4 m/s
  - tronchi terminali: velocità comprese fra 1,5 e 3 m/s
- b) canali di ripresa
  - i canali di ripresa sono dimensionati secondo le indicazioni riportate nel precedente punto.

17.3.12.4.4 Posa in opera

Prima di essere posti in opera i canali dovranno essere puliti internamente e durante la fase di montaggio dovrà essere posta attenzione al fine di evitare l'intromissione di corpi estranei che potrebbero portare difettosi funzionamenti o a rumorosità durante l'esercizio dell'impianto stesso.

Nell'attraversamento dei solai e delle pareti i fori di passaggio entro le strutture dovranno essere chiusi con guarnizioni di tenuta in materiale spugnoso o fibroso.

Qualora per il passaggio delle canalizzazioni fosse necessario eseguire fori attraverso le strutture portanti del fabbricato, detti lavori potranno essere eseguiti soltanto dopo aver ricevuto l'approvazione scritta del responsabile delle opere strutturali.

Le canalizzazioni che dovranno essere collegate ai ventilatori, di mandata o di ripresa saranno montate con l'interposizione di idonei raccordi elastici antivibranti.

Per evitare qualsiasi fenomeno di natura elettrochimica i collegamenti fra differenti parti di metalli diversi saranno realizzati con l’interposizione di adatto materiale isolante.

In conformità con le eventuali prescrizioni dettate dalle norme di sicurezza (Vigili del Fuoco, ecc.) dovranno essere previste serrande tagliafuoco di tipo e dimensioni approvate.

Per rendere agevole la taratura delle portate d’aria, ogni derivazione dovrà essere dotata di serranda con settore esterno con vite di blocco e graduazione onde poter venire a conoscenza della posizione assunta dalla serranda stessa.

L’ubicazione delle serrande dovrà essere studiata con particolare cura considerando che esse possono essere fonte di rumore e di disuniforme distribuzione dei filetti d’aria.

I canali, salvo indicazioni esplicite differenti, dovranno correre parallelamente alle pareti, alle travi ed alle strutture in genere, oppure in posizione ortogonale ad esse.

Durante il montaggio in cantiere le estremità e le diverse aperture dei canali dovranno essere tenute sigillate.

17.3.12.4.5 Supporti dei canali

Gli staffaggi dovranno essere realizzati in modo che i canali appoggino su un supporto trasversale fissato mediante tiranti alla struttura soprastante.

Non sarà consentita la foratura dei canali per l'applicazione di eventuali supporti.

Fra supporto e canale sarà interposto uno strato di feltro o neoprene.

In casi particolari potrà essere richiesta una sospensione munita di sistema a molla oppure con particolari antivibranti in gomma.

I supporti per i canali dovranno essere realizzati come segue:

- sostegni ad intervalli di 2 m per evitare frecce;
- sospensioni con profilati ad U imbullonati su due aste filettate aventi diametro minimo di 8 mm e zincate a bagno.

17.3.12.4.6 Caratteristiche costruttive – canalizzazioni in poliuretano

In alternativa alle canalizzazioni per le parti entro la controsoffittatura in acciaio potranno essere utilizzate canalizzazioni in lastre di poliuretano rivestite sul lato esterno in lamierino di alluminio goffrato e sul lato interno di lamierino di acciaio lucido.

Nel caso di installazioni esterne o in ambienti con possibile presenza di volatili o roditori le canalizzazioni dovranno essere rivestite in lamerino di alluminio spessore minimo 6/10 mm oppure la lamina di rivestimento esterna dovrà essere di spessore maggiorato.

17.3.12.4.7 Condotti flessibili

I condotti flessibili per utilizzi che non richiedono l'isolamento dovranno essere in alluminio e costituiti da una spirale in acciaio armonico avvolto da due laminati composti da 5 strati. La temperatura di funzionamento sarà da –30 °C a +120 °C.

Per il collegamento di diffusori il condotto flessibile dovrà essere rivestito con in materassino isolante in fibra di vetro dello spessore di 25 mm protetto esternamente da un manicotto con funzione di barriera al vapore.

Ai sensi del D.M. 31/03/2003 *"Requisiti di reazione al fuoco dei materiali costituenti le condotte di distribuzione e ripresa dell'aria degli impianti di condizionamento e ventilazione"* i giunti ed i tubi di raccordo devono avere lunghezza non superiore a 5 volte il diametro del raccordo stesso.

Tutti i modelli dovranno essere rigorosamente accompagnati da certificazione di reazione al fuoco.

17.3.12.4.8 Isolamento canalizzazioni

L'isolamento termico delle canalizzazioni verrà realizzato secondo il seguente schema:

- materassini in feltro di fibre di vetro trattato con resine termoindurenti, rivestiti su una faccia con carta kraft-alluminio retinata, con conducibilità lambda = 0,041 W/mK, spessore non inferiore a 25 mm, densità non inferiore a 20 kg/m³, posati a giunti sfalsati e strettamente accostati;
- sigillatura delle giunzioni con appositi nastri;
- legatura con rete metallica zincata a tripla torsione con rombi cm 5 circa.

o in alternativa:

- lastre in elastomeri a celle chiuse tipo armaflex ;

Particolare cura dovrà essere posta nella realizzazione delle giunzioni al fine di garantire la continuità dell'isolante.

Tutti gli isolamenti termici dovranno essere di tipo autoestinguente e non propaganti la fiamma e precisamente "non combustibili" o di "Classe 1" di reazione al fuoco.

17.3.12.4.9 Rivestimento esterno canali in vista

Le canalizzazioni passanti all'esterno, quelle in ambienti con possibile presenza di volatili o roditori, nei tratti di collegamento alle unità di trattamento aria e nella cucina poste a vista, le canalizzazioni dovranno essere rivestite in lamierino di alluminio spessore 8/10, tenuto in posto con apposite viti.

Il fissaggio della finitura verrà eseguito mediante viti autofilettanti, zinco cromate o, se richiesto, in acciaio inox, sui distanziatori precedentemente applicati al canale nel caso di canali di dimensione maggiore superiore a 1.200 mm.

Per eventuali canali posti all'aperto particolare cura sarà riservata alle giunzioni che dovranno essere realizzate in maniera da evitare eventuali infiltrazioni ed inoltre sarà sempre opportuno creare sull'isolamento, prima della finitura, un'impermeabilizzazione mediante impasti bituminosi.

La parte superiore del canale potrà essere montata a 'schiena d'asino" o, comunque, in modo da impedire il ristagno dell'acqua piovana.

17.3.12.5 *Bocchettame e serrande*

17.3.12.5.1 Diffusori, bocchette di riprese e griglie

I diffusori saranno selezionati secondo l'effetto induttivo, la differenza di temperatura fra l'aria di mandata e quella ambiente, l'altezza di montaggio dell'apparecchio, l'area da servire, il livello sonoro, ecc.

L'Appaltatore dovrà ottenere da parte del costruttore una garanzia totale sulla buona diffusione dell'aria; a questo scopo esso dovrà comunicare al costruttore tutti i dati occorrenti (eventualmente anche i disegni di montaggio).

La selezione avverrà in modo da ottenere nella zona di occupazione una velocità dell'aria compresa fra 0,12 e 0,20 m/s, secondo la destinazione del locale.

A questo scopo sarà opportuno:

- per ottenere una buona ripartizione del flusso d'aria sul diffusore, che la velocità nel canale di mandata sia inferiore alla velocità nel collo del diffusore;
- per ottenere un livello di pressione sonoro molto basso, che l'organo di regolazione della portata sia installato distante dal diffusore (in particolare nei canali ad elevata pressione statica).

Nel caso i diffusori non siano installati sui tratti terminali dei canali oppure nel caso in cui la lunghezza del canotto di collegamento sia inferiore a 30 cm, si dovrà prevedere un captatore sull'imbocco al canale.

I diffusori saranno in alluminio o in acciaio con verniciatura a fuoco, con sistema di fissaggio senza viti in vista a scelta della Committenza.

Tutti i diffusori dovranno essere muniti di organo di regolazione accessibile senza dover effettuare smontaggi difficoltosi.

La fornitura dovrà intendersi completa di controtelaio, plenum, serranda di regolazione a contrasto e quant'altro necessiti per il montaggio ed il regolare funzionamento.

I criteri di selezione delle bocchette e degli accessori relativi dovranno ottemperare a quanto già descritto per i diffusori e seguendo le istruzioni del costruttore.

I diffusori di mandata dei locali dovranno assicurare un lancio sufficiente al lavaggio dell'intero locale.

Bisognerà, altresì, tener presente le caratteristiche architettoniche dell'ambiente cercando di evitare ostacoli alla migliore distribuzione dell'aria in modo di avere un flusso regolare senza formazione di correnti fastidiose.

I diffusori di mandata saranno del tipo in acciaio colore bianco (RAL 9010) circolare con alette di deflessione a geometria variabile, completi di serranda di taratura o a piastra quadrata con schermo forellato.

Gli anemostati di ripresa e/o le valvole di ventilazione per l'estrazione dell'aria attraverso il controsoffitto dei blocchi servizi igienici saranno del tipo in acciaio colore bianco (RAL 9010) circolare a geometria fissa, completi di serranda di taratura.

Le griglie di presa aria esterna saranno in acciaio inox, con passo 50 mm complete di rete esterna antivolatile.

Dovrà anche essere presa in considerazione l'altezza di installazione per garantire un'efficace protezione dalla neve, onde evitare depositi che possano impedire il regolare flusso dell'aria.

La velocità di attraversamento dell'aria dovrà essere inferiore a 2,5 m/s per griglie di presa aria esterna e 4 m/s per le griglie di espulsione.

17.3.13 Sistema di controllo BACS (art. 53 Regolamento edilizio comunale)

17.3.13.1 *Descrizione impianto*

Gli impianti di climatizzazione invernale, al pari degli impianti di raffrescamento dei locali tecnologici e gli impianti elettrici e di sicurezza (impianti non di sistema) saranno interfacciati ad un sistema di controllo (BACS).

Il livello di automazione per il controllo la regolazione e la gestione delle tecnologie dell'edificio e degli impianti (BACS) dovrò essere almeno di classe B secondo UNI EN 15232.

17.3.13.2 *Specifiche tecniche*

Il sistema dovrà eseguire il controllo (monitoraggio e regolazione) delle seguenti funzioni:

- Impianto di ventilazione
- Impianti di raffrescamento
- Impianti di illuminazione
- Impianto idrico antincendio
- Impianto di rivelazione fumi
- Impianto antintrusione
- Impianto videoregistrazione TVCC
- Impianto EVAC e diffusione sonora
- Impianto fotovoltaico.

Il sistema dovrà utilizzare un protocollo aperto (KNX) e dovrà essere implementabile. Inoltre il controllo dovrà poter avvenire sia localmente che da remoto mediante interfaccia utente con immagini sinottiche.

17.3.14 Impianto riscaldamento stazione pompe antincendio

17.3.14.1 *Generalità*

Gli impianti a pompa di calore devono essere conformi ai criteri ecologici e prestazionali previsti dalla decisione 2007/742/CE (32) e s.m.i. relativa all'assegnazione del marchio comunitario di qualità ecologica.

Il servizio di climatizzazione e fornitura di energia per l'intero edificio dovrà soddisfare i criteri previsti dal decreto ministeriale 7 marzo 2012 (Gazzetta Ufficiale n. 74 del 28 marzo 2012) relativo ai CAM per «Affidamento di servizi energetici per gli edifici - servizio di illuminazione e forza motrice - servizio di riscaldamento/raffrescamento».

L'installazione degli impianti tecnologici deve avvenire in locali e spazi adeguati, ai fini di una corretta manutenzione igienica degli stessi in fase d'uso, tenendo conto di quanto previsto dall'Accordo Stato-Regioni 5 ottobre 2006 e 7 febbraio 2013.

Per tutti gli impianti aeraulici deve essere prevista una ispezione tecnica iniziale da effettuarsi in previsione del primo avviamento dell'impianto (secondo la norma UNI EN 15780:2011).

A livello di esecutivo, il progettista dovrà presentare una relazione tecnica che illustri le scelte tecniche che consentono il soddisfacimento del criterio, individuando chiaramente nel progetto anche i locali tecnici destinati ad alloggiare esclusivamente apparecchiature e macchine, indicando gli spazi minimi obbligatori, così come richiesto dai costruttori nei manuali di uso e manutenzione, per effettuare gli interventi di sostituzione/manutenzione delle apparecchiature stesse, i punti di accesso ai fini manutentivi lungo tutti i percorsi dei circuiti degli impianti tecnologici.

Il progettista deve prescrivere che in fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio utilizzando prodotti recanti il marchio Ecolabel UE o equivalente.

Tale documentazione dovrà essere presentata alla stazione appaltante in fase di esecuzione dei lavori, nelle modalità indicate nel presente capitolato.

Le verifiche relative ai criteri ecologi e prestazionali degli impianti a pompa di calore dovranno risultare dalle dichiarazioni dell'Appaltatore prodotte sulla base dei materiali prescritti dal progettista esecutivo.

Tali verifiche riguarderanno anche la dimostrazione degli spazi di rispetto e di manutenzione delle apparecchiature. Non essendo definibile la tipologia delle apparecchiature se non in fase costruttiva, gli spazi tecnici a livello di progetto definitivo sono stati preventivamente predisposti sulla base delle dimensioni medie dei componenti delle primarie case costruttrici.

17.3.14.2 *Descrizione impianto*

Il locale stazione pompe antincendio sarà mantenuto alla temperatura minima richiesta dalle norme UNI EN 12845 mediante una unità interna (ventilconvettore a pavimento) collegato alla unità esterna del sistema di climatizzazione ad espansione diretta di fluido refrigerante a portata variabile (VRV/VRF) ad inversione di ciclo (in pompa di calore) a servizio dei locali agente di stazione, bagno e ufficio movimento.

La temperatura minima da garantire sarà regolata mediante un termostato ambiente.

17.3.15 Impianto di raffrescamento evaporativo atrio

17.3.15.1 *Descrizione impianto*

Per la mitigazione delle condizioni termiche estive nell'atrio, aperto sia verso strada che verso le scale per l'accesso alle banchine, sarà previsto un impianto di raffrescamento evaporativo costituito da ventilatori elicoidali alimentati da acqua potabile.

17.3.15.2 *Specifiche tecniche*

Dovranno essere previsti dei nebulizzatori silenziosi e compatti adatti agli ambienti commerciali, ad elettronica professionale utilizzata in ambito industriale. Le caratteristiche costruttive e l'elettronica devono rendere il nebulizzatore adatto agli impianti di raffrescamento evaporativo ed umidificazione adiabatica, con operatività quotidiana intensiva.

L'elettronica dei nebulizzatori dovrà permettere, la gestione da pannello a bordo pompa, in remoto con interfaccia Web o da semplice comando remoto da contatto pulito. L'elettronica a mezzo di sonde ed impostazioni dovrà dialogare con l'ambiente e con i dispositivi cui è connessa, ottimizzando le condizioni termiche dell'atrio.

L'unità pompante dovrà avere caratteristiche di silenziosità e robustezza di prima qualità. La meccanica dovrà essere assiale a bassa rotazione da 900rpm, con pistoni ceramici e by-pass brevettato permette l'impiego anche in ambienti non rumorosi. Dovrà gestire un range di portata da 0,3 a 7,6 litri/minuto. Il sistema di controllo dovrà essere facilmente programmabile potendo supportare da 4 a 100 ugelli nebulizzatori e servire da 1 a 25 ventilatori.

17.4 Descrizione generale impianti elettrici

Il progetto prevede l'installazione di impianti elettrici e speciali così distinti:

17.4.1 Elettrici

- Quadro generale di bassa tensione;
- quadri dei locali e/o di zona;
- quadri a servizio di impianti tecnologici (ascensori, scale mobili, antincendio, impianto di climatizzazione, impianti aggottamento)
- impianto di distribuzione;
- impianto di forza motrice;
- impianto di illuminazione normale e di sicurezza;
- impianto di forza motrice a servizio degli impianti di sistema

17.4.2 Speciali

- Impianto di allarme e rivelazione incendio;
- impianto antintrusione;
- impianto controllo accessi (solo predisposizione vie cavi).

17.4.3 Impianto fotovoltaico

- Impianto Fotovoltaico con potenzialità di circa 200 kWp.

17.4.4 Origine dell'impianto

La consegna avverrà in media tensione.

È prevista l'installazione di nr.2 trasformatori 15000/400 V trifase (oggetto degli impianti di sistema) che andranno ad alimentare il quadro elettrico generale di bassa tensione QGBT.

17.4.5 Quadro Generale di Bassa Tensione (QGBT)

Il quadro QGBT prevede la suddivisione delle utenze in tre sezioni, facenti capo a tre sbarre distinte:

- normale;
- emergenza (privilegiata);
- continuità (No- Break).

Il quadro QGBT sarà così conformato:

- sezione normale (QGBT-N): non alimentata da Gruppo Elettrogeno;
- sezione privilegiata (QGBT-P): alimentata per mezzo di congiuntore by-pass da Gruppo Elettrogeno.

Sono da considerarsi alimentazioni di tipo normale le seguenti:

- illuminazione ordinaria;
- prese di forza motrice di servizio;
- ventilatori a servizio dei singoli locali tecnici;
- utenze climatizzazione;
- eventuali utenze di arredo architettonico o pubblicitarie.

Sono da considerare le alimentazioni di sicurezza No-break (carico alimentato entro 0,5 s e per 120 min ai sensi del D.M. 21/10/2015 – Capo VII.2):

- illuminazione di sicurezza;
- impianto di rivelazione incendio;
- diffusione sonora (a carico degli impianti di sistema);
- videosorveglianza; (a carico degli impianti di sistema);
- telecomando e controllo (a carico degli impianti di sistema).

Inoltre, per quanto riguarda i servizi di emergenza (carico di sicurezza alimentato entro 120 s ai sensi del D.M. 21/10/2015 – Capo VII.2) saranno considerati i seguenti impianti:

- impianto di rilevazione fumi;
- impianti di estinzione incendio.

In merito a queste ultime tipologie di carico sarà previsto (ai sensi del D.M. 21/10/2015 – Capo VII.2):

- n.2 gruppi di continuità statici con ridondanza interna (a doppia conversione) e con bypass automatico in caso di guasto e/o gruppi di continuità rotante idonei all'impiego previsto e installati nel rispetto delle normative applicabili;
- gruppo elettrogeno idoneo all'impiego previsto, installato in conformità al decreto del Ministro dell'interno 13 luglio 2011 (a carico impianti di sistema).

17.4.6 Norme generali relative al capitolato di fornitura degli impianti elettrici di linea e di stazione

Vengono qui riportate le prescrizioni generali, valide per la tipologia di impianto descritto nel presente documento, per quanto riguarda gli oneri a carico dell'Appaltatore nell'ambito della fornitura in oggetto.

17.4.6.1 *Stoccaggio e trasporto dei materiali*

Il trasporto e lo stoccaggio di tutti i materiali, componenti e apparecchiature relativi agli impianti oggetto del presente Capitolato, sono a totale onere e responsabilità dell'Appaltatore.

Tutti gli oneri derivanti dallo stoccaggio, dal carico e scarico, anche in più fasi, dei materiali dovranno essere a completo carico dell'Appaltatore e dovranno essere ritenuti compresi e compensati negli importi contrattuali.

Resta inteso che la cura e la perfetta conservazione dei suddetti materiali all'interno delle aree di stoccaggio e dei luoghi di installazione sono a carico e sotto la responsabilità dell'Appaltatore.

17.4.6.2 *Norme di misurazione e di contabilizzazione*

La misurazione delle opere sarà effettuata sulla base del "Fascicolo relativo alla contabilità lavori".

17.4.6.3 *Parti di ricambio e scorte*

L'Appaltatore, una volta definite le caratteristiche tecniche della fornitura, dovrà redigere l'elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per assicurare il regolare funzionamento degli impianti per 2 anni e degli attrezzi specifici per effettuare gli interventi di manutenzione e riparazione.

17.4.6.4 *Documentazioni e prove*

Al completamento delle opere l'Appaltatore, oltre alla documentazione tecnica prevista a supporto della fornitura, dovrà prevedere, compresi e compensati negli importi contrattuali le seguenti attività:

- Redazione della documentazione progettuale esecutiva e costruttiva "as-built" da consegnare su supporto cartaceo in tre originali e su supporto informatico all'Ente Appaltante;
- Redazione dei manuali d'uso delle apparecchiature e degli impianti installati in opera da consegnare all'Ente Appaltante su supporto cartaceo in tre originali e su supporto informatico;
- Redazione dei manuali e delle schede di manutenzione delle apparecchiature e degli impianti installati in opera da consegnare all'Ente Appaltante su supporto cartaceo in tre originali e su supporto informatico.

Si precisa che, come specificato nel precedente capitolo, alla consegna ed approvazione da parte dell'Ente Appaltante/Direzione dei Lavori di tutte le sopra citate documentazioni e associato il pagamento dell'ultima parte dell'importo complessivo di fornitura in opera dell'impianto in oggetto.

17.4.6.5 *Corsi di istruzione*

Dovranno essere tenuti specifici corsi d'istruzione per il personale dell'Esercente. Tali corsi devono essere di tipo differenziato e riguardare sia il personale preposto all'esercizio degli apparati che il personale addetto alla manutenzione.

I corsi devono essere finalizzati a fornire adeguata formazione relativamente ai seguenti argomenti:

- descrizione della struttura e della funzionalità dell'impianto;
- gestione operativa dell'impianto;
- operazioni periodiche di controllo, messa a punto e manutenzione;
- ricerca ed individuazione guasti;
- sostituzione di parti meccaniche, elettromeccaniche ed elettroniche;
- software (eventuale), sia per quanto riguarda le principali funzioni e l'interfaccia operatore, sia per quanto riguarda interventi di entità limitata (ad esempio: configurazione dei parametri di sistema, reinstallazione del software sugli elaboratori, backup su supporto magnetico, ecc.).

L'Appaltatore dovrà fornire, oltre alla presenza dei tecnici docenti, anche:

- attrezzature di supporto;
- documentazione di corredo;
- strumenti, macchinari, attrezzature varie per addestramento diretto sugli impianti;
- tutto il necessario per il corretto svolgimento dei corsi.

I corsi di addestramento dovranno essere ultimati prima dell'inizio delle prove funzionali.

17.4.7 Caratteristiche costruttive e criteri di accettazione dei materiali

17.4.7.1 *Premessa*

La rispondenza dei materiali e delle apparecchiature alle relative norme sarà attestata, per i materiali e gli apparecchi dove è prevista la concessione del marchio, dalla presenza del contrassegno dell'Istituto Italiano del Marchio di Qualità "IMQ" o marchi europei equivalenti.

Le apparecchiature elettriche ed elettroniche oggetto della fornitura saranno provviste di marcatura CE se prescritta dalle Direttive della Comunità Europea recepite dalla legislazione italiana.

Nei capitoli seguenti saranno fornite le prescrizioni tecniche per la fornitura delle apparecchiature e dei componenti degli impianti elettrici non legati al sistema.

17.4.7.2 *Riferimenti normativi e legislativi*

Nell'esecuzione delle opere oggetto del presente capitolato dovranno essere rispettate le leggi e normative in vigore di competenza; in particolare dovranno essere rispettate quelle nel seguito descritte.

Nell'ambito della descrizione dei singoli componenti, saranno richiamate le normative e la legislazione specifica.

17.4.7.2.1 Leggi di validità generale

- D.M. 11 gennaio 1998: "Norme di prevenzione incendi nelle metropolitane".
- DPR n° 547 del 27 Aprile 1955: "Norma sulla prevenzione degli infortuni sul lavoro".
- Legge n° 186 del 1° Marzo 1968: "Disposizione concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici".
- Decreto Legislativo n° 626 del 19 Settembre 1994: "Norme generali per la prevenzione degli infortuni".
- Decreto Legislativo n° 494 del 14 Agosto 1996: "Prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili: prime direttive per l'applicazione".
- Legge n° 46 del 5 marzo 1990: "Norme per la sicurezza degli impianti".
- DPR n° 447 del 6 Dicembre 1991: "Regolamento di attuazione della Legge 05/03/90 n° 46".
- Decreto del Presidente della Repubblica n° 459 del 24 Luglio 1996: "Regolamento per l'attuazione delle direttive 89/392/CEE, 91/368/CEE, 93/44/CEE e 93/68/CEE concernenti il riavvicinamento delle legislazioni degli stati membri relativi alle macchine".
- Circolare Ministeriale n° 91 del 14 Settembre 1961: "Resistenza al fuoco".
- Decreto Ministeriale n° 48 del 26 giugno 1984: "Classificazione di reazione al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi".
- Legge n. 791 del 18 Ottobre 1977: "Attuazione della direttiva del Consiglio delle Comunità Europee (n° 72/73 CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione".
- Decreto legislativo n° 626 del 25 Novembre 1996: "Attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione".
- Decreto Legislativo n° 476 del 4 Dicembre 1992: "Attuazione della direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 3 maggio 1989, in materia di ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica, modificata dalla direttiva 92/31/CEE del Consiglio del 28 aprile 1992".
- DL 12/11/96 n°615/96 Attuazione della direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 3 maggio 1989 in materia di ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica, modificata ed integrata dalla direttiva 92/31/CEE del Consiglio del 28 aprile 1992, dalla direttiva 93/68/CEE del Consiglio del 22 luglio 1993 e dalla direttiva 93/97/CEE del Consiglio del 29 ottobre 1993 (1/circ.)

17.4.7.2.2 Leggi e norme particolari

- CEI 9-6: "Impianti di messa a terra relativi ai sistemi di trazione elettrica".
- CEI 9-20: "Impianti di messa a terra per ferrovie metropolitane".

- CEI 10-7 Esafluoruro di zolfo nuovo
- CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata
- CEI 11-17 Impianti di produzione e distribuzione energia linee in cavo
- CEI 14-4 Trasformatori di potenza
- CEI 14-8 Trasformatori di potenza a secco
- CEI 14-12 Trasformatori trifase per distribuzione di tipo a secco 50 Hz da 1000 a 2500 kVA, con una tensione massima per il componente non superiore a 36kV
- CEI 17-1 Interruttori a corrente alternata a tensione superiore a 1000 V
- CEI 17-4 Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata e a tensione superiore a 1000 V
- CEI 17-5 V1 Apparecchiature b.t. e interruttori automatici
- CEI 17-6 Apparecchiature prefabbricate con involucro metallico per tensione da 1 a 52kV
- CEI EN 60439-1 (rif. CEI 17-13/1): “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri b.t.) - parte 1: apparecchiature di serie soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)”.
- CEI EN 60439-2 (rif. CEI 17-13/2): “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri b.t.) - parte 2: prescrizioni particolari per i condotti sbarre”.
- CEI 20-11 Cavi per energia. Prova sui materiali elastici e termoplastici
- CEI 20-13 Cavi isolati con gomma butilica con grado di isolamento superiore a 3 (per sistemi elettrici con tensione nominali da 1 a 20 kV)
- CEI 20-20 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale < a 450/750 V
- CEI 20-22 Cavi non propaganti l'incendio - Prove
- CEI 20-29 Conduttori per cavi isolati
- CEI 20-34 Metodi di prova per isolanti e guaine dei cavi elettrici rigidi e flessibili (mescole elastomeriche e termoplastiche)
- CEI 20-36: “Prove di resistenza al fuoco dei cavi elettrici”.
- CEI 20-37: “Cavi elettrici - Prove sui gas emessi durante la combustione”.
- CEI 20-38 Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumo e gas tossici e corrosivi. Parte 1 - Tensione nominale Uo/U non superiore a 0,6/1 kV
- CEI 23.3ed 4 Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici CEI EN60898 V1 V2
- CEI 38-1 Trasformatori di corrente per misura e protezione
- CEI 38-2 Trasformatori di tensione (trasformatori per misura)
- CEI 38-3 Trasformatori di misura, misura delle scariche parziali
- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 kV in c.a. e a 1,5 kV in c.c.
- CEI 70-1 Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)
- CEI 81-4 Protezione delle strutture contro i fulmini. Valutazione del rischio dovuto al fulmine
- UNI UNIFER 8097 Illuminazione delle metropolitane in sotterranea ed in superficie
- Norme CEI/CEI EN applicabili per le singole apparecchiature e materiali.

17.4.7.3 *Quadri elettrici*

- Conformità alle norme: CEI EN 61439-1, CEI EN 61439-2 e successive varianti.
- Tensione nominale d'impiego: fino a 690V ca.
- Tensione nominale d'isolamento: fino a 1000V ca.
- Tensione nominale di tenuta a impulso: almeno 8kV.

Caratteristiche costruttive

- struttura portante modulare costituita da intelaiature metalliche componibili in profilato di acciaio o in lamiera presso piegata di almeno 20/10, complete di asolature onde permettere il fissaggio di pannelli, cerniere, guide, profilati di sostegno per il fissaggio delle apparecchiature;
- telaio per il fissaggio al pavimento e/o per il livellamento dei pannelli, in profilato di acciaio saldato;
- verniciatura di tutta la struttura a forno con polveri epossidiche termoindurenti previo processo di sgrassatura, decappaggio, fosfatazione, asciugatura della lamiera;
- pannelli di copertura in lamiera ribordata, apribili a cerniera anteriormente e posteriormente (anteriormente con chiave speciale e posteriormente con attrezzo), verniciati e corredati di collegamento flessibile di terra;
- struttura a celle totalmente segregate anteriormente e posteriormente per gli interruttori di protezione e scomparti separati per le apparecchiature ausiliarie, per la zona sbarre e per la zona cavi di potenza (secondo la forma 4b);
- pannelli di fondo, ripiani e portine di chiusura preforate per effettuare l'installazione delle apparecchiature senza effettuare ulteriori forature e adattamenti;
- sistema di ventilazione naturale del quadro con apposite feritoie sul fronte e camini lungo i fianchi delle celle;
- sbarre in rame a spigoli arrotondati installate su reggisbarre isolanti a lunga linea di fuga, atte a sopportare le sollecitazioni elettrodinamiche dovute alle correnti di c.to c.to;
- illuminazione delle celle ausiliarie con lampade di tipo fluorescente;
- n.1 presa 2x10/16°+T, 230V in ogni cella ausiliari;
- lampade di segnalazione di tipo multi led, manipolatori ed apparecchiature di comando dei circuiti ausiliari aventi le caratteristiche descritte nello specifico capitolo del presente elaborato;
- grado di protezione esterno: come precisato nelle tavole grafiche, incluso il fondo;
- grado di protezione interno a portelli anteriori e posteriori aperti (inclusi gli scomparti per le apparecchiature ausiliarie) IP20; il grado di protezione IP20 dovrà essere mantenuto anche sui contatti fissi degli interruttori estraibili e/o sezionabili, a interruttore estratto.
- Lo schema elettrico unifilare, le caratteristiche e tarature delle apparecchiature, gli ausiliari, la strumentazione, ecc., sono indicati nelle tavole grafiche.
- Le modalità esecutive di installazione sono indicate nello specifico capitolo del presente documento.

17.4.7.3.1 Quadro di distribuzione secondaria di tipo metallico

Conformità alle norme: CEI EN 61439-, CEI EN 61439-2 e successive varianti.

Caratteristiche costruttive:

- struttura portante modulare costituita da intelaiature metalliche componibili in profilato di acciaio o in lamiera presso piegata di almeno 20/10, complete di asolature onde permettere il fissaggio di pannelli, cerniere, guide, profilati di sostegno per il fissaggio delle apparecchiature;
- telaio e accessori per il fissaggio a pavimento in acciaio saldato e verniciato (ove necessario);
- pannelli di copertura laterali e posteriori in lamiera ribordata e verniciata, corredati di collegamento flessibile di terra;
- pannelli anteriori per i vari scomparti in lamiera ribordata e verniciata, apribili a cerniera con attrezzo o con chiave speciale e corredati di collegamento flessibile di terra; i pannelli forati saranno completi di guarnizioni e coprifori per la chiusura degli spazi non utilizzati;
- portina anteriore in lamiera ribordata e verniciata, di tipo pieno o trasparente in materiale plastico (secondo quanto previsto nelle tavole grafiche), apribile a cerniera e completa di maniglia, serratura per chiave speciale e collegamento flessibile di terra;
- sbarre in rame contrassegnate in conformità alla normalizzazione CEI-UNEL (devono essere anche previsti opportuni accorgimenti al fine di evitare fenomeni di ossidazione nei punti di giunzione);
- grado di protezione esterno: come precisato nelle tavole grafiche, incluso il fondo;
- grado di protezione a pannelli anteriori aperti: non inferiore a IP20 garantito da apposite calotte coprimorsetti, cuffie, schermi, protezioni, ecc. per tutte le apparecchiature e parti in tensione.
- La tipologia di esecuzione (incasso, sporgente, a pavimento o a parete), lo schema elettrico unifilare, le caratteristiche e tarature delle apparecchiature, gli ausiliari, la strumentazione, ecc., sono indicati nelle tavole grafiche.
- Le modalità esecutive di installazione sono indicate nello specifico capitolo del presente documento.

17.4.7.4 *Cavi e conduttori*

- Cavo FG16R160,6/1kV;
- Conformità alle norme: CEI 20-13, IEC 60502-1;
- Conformità CPR REGOLAMENTO 305/201/UE norma EN 50575:2014 +A1:2016;
- Tensione nominale: 600/1000 V;
- Isolamento: gomma etilen-propilenica tipo G16;
- Guaina: PVC qualità RZ, colore grigio chiaro;
- Riempitivo: gomma non vulcanizzata;
- Conduttore: corda di rame ricotto flessibile stagnato.

Comportamento al fuoco:

- non propagante l'incendio;
- ridotta emissione di gas corrosivi;
- Conformità alle norme: CEI 20-22/3, 20-38, 20-45 e successivi aggiornamenti e varianti; EN50200;
- Tensione nominale: 600/1000 V;
- Isolante: mescola in gomma etilenpropilenica qualità G10;
- Guaina: in speciale polimero termoplastico qualità M1;
- Riempitivo: gomma atossica;
- Conduttore: corda flessibile di rame stagnato ricoperto da nastratura ignifuga;
- basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi (LS0H);
- continuità di esercizio per almeno 180 min a 750°C in presenza di shock meccanico ogni 5 min.

17.4.7.5 *Passerelle e canali portacavi*

- Passerella portacavi in acciaio zincato Sendzimir
- Conformità alle norme: CEI EN 61537 (CEI 23-76) e successive varianti.

Caratteristiche costruttive:

- corpo costituito da un unico pezzo di lamiera forato o chiuso, con bordi arrotondati o rinforzati (secondo quanto descritto nei documenti e disegni di progetto) antitaglio ottenuti per rullatura, e zincato con procedimento Sendzimir prima della lavorazione;
- spessore della lamiera: min. 0,8 mm fino alla dimensione 150x75 mm; min. 1 mm e oltre per larghezze maggiori;
- spessore minimo dello strato di zinco: 17 micron ± 10% su ciascuna facciata per un totale di 33 micron minimi;
- massa minima dello strato di zinco: 275 g/m² ± 10%;
- coperchio (quando richiesto) in acciaio zincato con gli stessi trattamenti e caratteristiche costruttive s.d., con chiusura a scatto ovvero mediante ganci imperdibili.
- Grado di protezione (nel caso di passerelle con fondo continuo pieno /chiuso e con coperchio): min. IP30, per tutto il sistema ovvero IP44 (ove richiesto) con l'aggiunta di accessori (guarnizioni per giunzioni e piastre a tenuta stagna) predisposti allo scopo, prodotti o indicati dal costruttore stesso per conseguire il grado di protezione richiesto, certificato dal costruttore.

Materiali a completamento dell'opera:

- quota parte di elementi per realizzare eventuali curve o superamenti di ostacoli sul percorso (curve, derivazioni, riduzioni, elementi di raccordo, giunzioni);
- staffe e mensole di sospensione in grado di sostenere il peso.
- Passerella portacavi a rete in filo di acciaio elettrozincato
- Conformità alle norme: CEI EN 61537 (CEI 23-76) e successive varianti.

Caratteristiche costruttive:

- struttura realizzata in filo d'acciaio elettrosaldato, zincato, previo decappaggio, con procedimento elettrolitico dopo la lavorazione e verniciatura finale (quando richiesto nei documenti e disegni di progetto) con resine epossidiche e poliestere;
- bordo di sicurezza esente da parti con presenza di spigoli vivi;
- massa minima dello strato di zinco: 275 g/m² ± 10%;
- spessore medio dello strato di zinco: 18 micron ± 10%.
- coperchio (quando richiesto) in acciaio con gli stessi trattamenti e caratteristiche costruttive s.d., con chiusura a scatto ovvero mediante ganci imperdibili;
- comportamento al fuoco: vernice (quando richiesta) autoestinguente.

Materiali a completamento dell'opera:

- quota parte di elementi per realizzare eventuali curve o superamenti di ostacoli sul percorso (curve, derivazioni, riduzioni, elementi di raccordo, giunzioni, supporti per fissaggio cassette di derivazione, supporti per uscita cavi dal fianco e dal basso);
- staffe e mensole di sospensione in grado di sostenere il peso.
- Canale in PVC per posa cavi e per contenimento apparecchi terminali (canale in PVC attrezzato)
- Conformità alle norme: CEI EN 50085-1 (CEI 23-58), CEI EN 50085-2-1 (CEI 23-93), CEI EN 50085-2-4 (CEI 23-108) e successive varianti (canali posa cavi e porta apparecchi), 23-19 e successive varianti (sistemi di distribuzione a battiscopa).

Caratteristiche elettriche:

- rigidità elettrica: >= 60 kV/mm;
- resistività superficiale: 10 1013 ohm.

Caratteristiche costruttive:

- corpo in PVC, chiuso, prodotto per estrusione, a uno o più scomparti ottenuti con setti separatori per consentire la segregazione di sistemi diversi;
- colore a scelta della DL;
- coperchio in PVC con chiusura a scatto;
- possibilità di contenimento di scatole portapparecchi all'interno del canale;
- coperchi con fori pretranciati di dimensioni adatte alle scatole porta apparecchi.
- posa a parete;
- grado di protezione: non inferiore a IP40 se non diversamente indicato nei documenti e disegni di progetto;
- comportamento al fuoco: autoestinguente. Temperatura di prova al filo incandescente: >= 850°C.

Materiali a completamento dell'opera:

- quota parte di elementi per realizzare eventuali curve o superamenti di ostacoli sul percorso (angoli, derivazioni, elementi di raccordo, giunzioni).

- canale in alluminio per posa cavi e per contenimento apparecchi terminali (canale in alluminio attrezzato)
- conformità alle norme: CEI EN 50085-1 (CEI 23-58) e successive varianti.

Caratteristiche costruttive:

- corpo in alluminio estruso, anodizzato, a uno o più scomparti per consentire la segregazione di sistemi diversi;
- coperchio in alluminio csd con chiusura a scatto apribile mediante attrezzo;
- possibilità di contenimento di scatole porta apparecchi all'interno del canale;
- coperchi con fori pretranciati di dimensioni adatte alle scatole portapparecchi;
- resistenza agli urti: 20 J a temperatura ambiente (20°C ±5);
- posa a parete;
- comportamento al fuoco: accessori in materiale isolante, autoestinguenti.

Materiali a completamento dell'opera:

- quota parte di elementi per realizzare eventuali curve o superamenti di ostacoli sul percorso (angoli, derivazioni, elementi di raccordo, giunzioni).

17.4.7.6 *Tubi protettivi*

- Tubo protettivo rigido medio in PVC
- Conformità alle norme: CEI EN 61386-21 (CEI 23-81) e successive varianti.
- Classificazione: non inferiore a 3321.
- Resistenza allo schiacciamento: >= 750N.
- Resistenza all'urto: >= 2J.
- Resistenza elettrica d'isolamento: 100Mohm a 500V per 1 min.
- Rigidità dielettrica: >= 2kV/mm a 50 HZ per 15 min.
- Comportamento al fuoco: non propagante la fiamma; basso contenuto di gas alogeni (secondo CEI 20-37).
- Tubo protettivo pieghevole in polietilene ad alta densità per posa interrata
- Conformità alle norme: CEI EN 61386-1 (CEI 23-80), CEI EN 61386-24 (CEI 23-116) e successive varianti.
- Resistenza allo schiacciamento: >= 450N.
- Resistenza agli agenti chimici e all'azione dei microorganismi.

Caratteristiche costruttive:

- tubo in polietilene ad alta densità (PEHD), a doppia parete liscia internamente e corrugata esternamente;
- manicotto di congiunzione per l'unione di più elementi
- grado di protezione del sistema: min. IP4X.

17.4.7.7 *Impianti di illuminazione*

Sistema di controllo centralizzato impianti di illuminazione ordinaria

Fornitura, posa in opera e messa in servizio di sistema di controllo centralizzato impianti di illuminazione ordinaria, basato su apparecchiature interoperanti con protocollo di comunicazione standardizzato KNX, costituito dai seguenti elementi:

- A - ALIMENTATORI LINEA BUS aventi le seguenti caratteristiche:
  - tensione di alimentazione: 24Vcc;
  - corrente di uscita pari a 640mA;
  - bobina integrata per impedire l'interferenza tra i telegrammi inviati in linea e l'alimentazione generata;
  - installazione su guida DIN da 35mm;
  - grado di protezione min: IP20.
- B - ACCOPPIATORI TRA LINEA BUS PRINCIPALE E SECONDARIA aventi le seguenti caratteristiche:
  - * separazione galvanica tra le linee senza filtraggio dei dati;
  - * installazione su guida DIN da 35mm;
  - * atti alla trasmissione di telegrammi bus da un circuito all'altro e viceversa (eventuali cortocircuiti sulla linea bus secondaria vengono rilevati e non trasmessi);
- C - MODULI PER INGRESSO PULSANTI adatti all'installazione entro scatola portafrutti aventi le seguenti caratteristiche:
  - * n. 2 ingressi separati da pulsanti;
  - * funzione di on/off/dimming per ogni pulsante in funzione della modalità di pressione dello stesso;
  - * cavo di lunghezza pari a 30 cm (estensibile fino a circa 5m ove necessario) precablato, per il collegamento tra modulo e pulsanti;
  - * installazione entro scatola portafrutti 503 oppure all'interno di quadretti accensione luci (questi ultimi contati separatamente);
  - * grado di protezione min: IP20;
- D - MODULI PER INGRESSO BINARIO aventi le seguenti:
  - * fino a 12 ingressi binari per segnali impulsivi o di comando da contatto pulito;
  - * collegamenti tramite morsetti a vite;
  - * installazione su binario DIN da 35 mm all'interno di cassetta di contenimento in materiale isolante (quest'ultima compresa) o di quadro elettrico, entro scomparto dedicato;
  - * grado di protezione min: IP20;
- E - MODULI DI USCITA DIGITALE aventi le seguenti caratteristiche:
  - * fino a n.8 uscite relais con contatti a controllo e indirizzamento indipendente per commutazione di utenze elettriche con tensione di rete fino a 230/240V;

- * portata contatti: >= 10A - categoria d'impiego: AC1;
- * collegamenti tramite morsetti a vite;
- * pulsante di test, LED di segnalazione;
- * installazione su binario DIN da 35 mm all'interno di cassetta di contenimento in materiale isolante (quest'ultima compresa) o di quadro elettrico, entro scomparto dedicato;
- * grado di protezione min: IP20;

- F - MODULI PER IL COMANDO DI ALIMENTATORI ELETTRONICI DIMMERABILI ED INDIRIZZABILI (DALI) aventi le seguenti caratteristiche:

  - * comando di n.1 linea con 64 reattori/trasformatori elettronici compatibili DALI, suddivisibili in n.16 stati illuminotecnici indipendenti;
  - * dimming 1÷100%;
  - * possibilità di segnalazione di guasti al sistema;
  - * cavi di comando a polarità invertibile;
  - * collegamenti tramite morsetti a vite;
  - * installazione all'interno dei quadri elettrici
  - * grado di protezione min: IP20;
  - * installazione entro quadri elettrici, su binario DIN da 35 mm
  - * morsettiera di attestazione con collegamenti a vite;

- G - SENSORI DI PRESENZA E LUMINOSITA' INTERFACCIATI CON IL SISTEMA DI CONTROLLO ILLUMINAZIONE (installazione in vista a soffitto) aventi le seguenti caratteristiche:

  - * tensione di alimentazione: 24 Vcc;
  - * campo di rilevamento: fino a 7,5 x 7,5 m con altezza montaggio pari a 3,5 m;
  - * grado di protezione: min. IP40;
  - * collegamento diretto alla linea bus del sistema di contatto centralizzato impianti di illuminazione (protocollo: KNX);
  - * corpo in materiale termoplastico formato da zoccolo di fissaggio sul quale viene innestato il rivelatore;
  - * morsettiera di attestazione con collegamenti a vite;
  - * montaggio: in vista a soffitto;

- H - CENTRALINI MODULARI in materiale isolante per il contenimento di elementi in campo (moduli di ingresso e uscita), completi di cablaggi, morsettiere ed accessori;

  - Il sistema in oggetto è predisposto per il futuro interfacciamento con relativo PC server di gestione impianti di illuminazione.

17.4.7.8 *Impianto di antintrusione*

- Cassetta di attestazione ad incasso per torrette a pavimento
- Conformità alle norme: CEI 60670-1 (CEI 23-48), CEI EN 50085-1 (CEI 23-58), CEI EN 50085-2-1 (CEI 23-93), CEI EN 50085-2-2 (CEI 23-104), CEI EN 50085-2-4 (CEI 23-108) e successive varianti

Caratteristiche costruttive:

- corpo in lamiera di alluminio leggera con n.6 aperture laterali per innesto di tubo d.25 mm o canaline 70x30 senza uso di accessori opzionali;
- controtelaio regolabile ± 5 mm;
- guarnizioni in gomma a tenuta;
- separatori longitudinali in materiale plastico autoestinguente;
- morsettiera in materiale plastico autoestinguente;
- morsetti in ottone argentato 6 mm²;
- coperchi provvisori e tappi per fori inutilizzati in plastica;
- coperchi definitivi per cassette non abilitate con possibilità di regolazione in altezza, adatti a seconda del tipo di pavimentazione
- Morsetto a perforazione dell'isolante per effettuare derivazioni da conduttori senza interruzione degli stessi
- Morsetto in grado di effettuare derivazioni da linee principali, mediante la semplice interposizione del cavo tra i due gusci isolanti e il successivo avvitamento della vite di tenuta, senza dover intervenire sull'isolamento del cavo.
- Conformità alle norme: CEI EN 60998-1 (CEI 23-20) e successive varianti.

Caratteristiche elettriche:

- Tensione nominale: 1000Vc.a.

Caratteristiche costruttive:

- corpo formato da due gusci in resina contenenti i morsetti a ganasce, assemblati mediante una vite in acciaio inox, la quale dovrà agire su dei tegolini di metallo atti a distribuire la forza di tenuta su tutta la superficie dei gusci stessi; la vite dovrà' agire all'interno di un'opportuna sede isolata, escludendo in tal modo qualsiasi contatto con parti in tensione del morsetto o dei conduttori; i gusci isolanti dovranno avere aperture per il passaggio dei cavi, dimensionate sul diametro esterno dell'isolante e dovranno essere opportunamente sagomati in modo da consentire un'uniforme pressione sia sul conduttore principale che sul conduttore derivato;
- doppio contatto elettrico fissato all'interno dei gusci isolanti di tenuta, costituito da una coppia di ganasce in acciaio zinco passivato, sagomate con opportune dentature in modo da incidere l'isolante del cavo ed effettuare il contatto elettrico sul conduttore senza provocarne tagli;
- guarnizione di tenuta di tipo a cellule attive, antinvecchiante.
- grado di protezione: IP47.
- giunzione stagna in gel polimerico reticolato per derivazione da linee dorsali interrate
- conformità alle norme: CEI EN 50393 (CEI 20-63) e successive varianti.

Caratteristiche elettriche:

- tensione nominale: 0,6/1kV.

Caratteristiche costruttive:

- sezione massima dei conduttori passanti: unipolari 185 mm², multipolari 35 mm².
- sezione massima dei conduttori derivati: unipolari 185 mm², multipolari 35 mm² (per conformazioni 2x e 3x) 16 mm² (per conformazioni 4x).
- isolamento primario costituito da gel polimerico reticolato, chimicamente inerte, in grado di mantenere la vischiosità nel tempo e permettere l'eventuale riacessibilità della giunzione;
- isolamento secondario e protezione meccanica costituito da due gusci incernierati per il contenimento del gel, in materiale termoplastico, autoestinguente, non propagante la fiamma e resistenti ai raggi UV, opportunamente sagomati per garantire la centratura della giunzione all'interno degli stessi;
- chiusura dei gusci a mezzo di uno o più ganci a scatto che consentano la riapertura e la riacessibilità mediante uso di attrezzo e che garantiscano la chiusura senza l'utilizzo di viti o altri accessori;
- connessione interna in rame a mezzo crimpatura tale da effettuare derivazioni senza interruzione del cavo passante;
- asolature sui gusci per permettere l'utilizzo di fascette o legature di bloccaggio del cavo;
- grado di protezione: min.IP68.
- Pozzetto prefabbricato pesante
- In calcestruzzo vibrato per raccordo di tubazioni.

Comprensivo di:

- oneri relativi all'apertura dei fori e la sigillatura degli stessi;
- formazione del piano di appoggio in calcestruzzo (magrone);
- reinterro a ridosso del pozzetto.

Sono esclusi:

- i sigilli;
- lo scavo.
- Chiusino in ghisa sferoidale
- Conformità alla norma: UNI EN 124, UNI EN 1563 e successive varianti.

Caratteristiche costruttive telaio:

- telaio di forma quadrata sia alla base che alla sommità munito di: aletta perimetrale esterna continua su tutti i quattro lati, arrotondata agli angoli, di larghezza non inferiore a 20 mm per consentire un migliore ancoraggio della base alla fondazione;
- ove richiesto, profilo del telaio ad U per limitare la penetrazione di liquidi (tipo ermetico);
- guarnizione in elastomero antirumore e antibasculamento, incassata in apposita gola semicircolare;

- vano cerniera a fondo chiuso con sistema di bloccaggio del coperchio in posizione di apertura a 110°;
- sede di alloggiamento del sistema di chiusura;
- rilievi antisdrucciolo sulla superficie del calpestio analoghi al coperchio.

Caratteristiche costruttive coperchio:

- coperchio di forma quadrata munito di: rilievi antisdrucciolo, asolatura per la chiave di sollevamento, chiusura realizzata mediante chiavistello rotante bullonato, appendice idonea in grado di garantire l'articolazione al telaio e la relativa apertura con possibilità di estrarre il coperchio;
- altezza: a partire da 20 mm per classe di resistenza B125, 40 mm per classe di resistenza C250, 60mm per D400.

Comprensivo di:

- fissaggio al pozzetto mediante malta cementizia di almeno 2 cm di spessore e sigillatura finale lungo tutto il perimetro del telaio;
- bullone di messa a terra (se richiesto dalla DL).
- differenza tra dimensione del coperchio e luce netta: da 30 a 40 mm.

17.4.7.9 *Distribuzione e utenze terminali*

17.4.7.9.1 Punto luce equivalente

Composto dai seguenti elementi:

- quota parte della cassetta di transito e di derivazione installata lungo la dorsale;
- condutture in partenza dalla cassetta di derivazione installata lungo la dorsale fino all'apparecchio illuminante (conteggiato a parte);
- eventuali cassette di transito;
- cassetta terminale di alimentazione del punto luce (ove necessario).
- Punto comando luce equivalente tradizionale

17.4.7.9.2 Punto comando luce automatico ad infrarosso

Composto dai seguenti elementi:

- quota parte della cassetta di transito e di derivazione installata lungo la dorsale;
- condutture in partenza dalla cassetta di derivazione installata lungo la dorsale fino alla scatola portafrutti;
- scatole portafrutti da incasso o in vista, complete di raccordi e accessori vari;
- telai portafrutti;
- frutti di comando modulari;

- chiusure e/o rifiniture delle scatole con elementi di copertura che garantiscano il grado di protezione richiesto:
- eventuali cassette di transito;
- materiale a completamento dell'opera: cablaggio interno tra i frutti.
- Punto comando luce automatico ad infrarosso a parete

Per l'accensione automatica delle luci in presenza di persone mediante rivelatore volumetrico ad infrarossi avente le seguenti caratteristiche:

- tensione e frequenza nominale: 230 V c.a. ± 10%, 50 HZ;
- potenza nominale: almeno 2200 VA;
- angolo di rilevamento: almeno 100° orizzontale e 30° sulla verticale;
- raggio d'azione: frontale almeno 4 m;
- densità' di rilevamento ad almeno 14 segmenti di incidenza mediante lente di fresnel;
- regolazione della soglia di luminosità da 5 a 1000 lux almeno con possibilità di esclusione;
- regolazione del tempo di commutazione min.: da 5 sec a 10 min;
- grado di protezione: min. IP44;
- ove richiesto selettore MAN/0/AUT per inibire o mantenere sempre commutato il contatto di comando;
- corpo in ABS formato da: parte fissa contenente la componentistica elettronica, le viti di regolazione, morsettiera e accessori per il fissaggio sporgente mediante parte snodabile fino ad un angolo di 80°;
- rele' con contatti per il comando di lampade ad incandescenza e fluorescenti;
- morsettiera di attestazione con collegamenti a vite;
- montaggio: ad incasso o in vista a seconda dei tipi.
- Integrazione aggiuntiva per punto comando luce automatico ad infrarosso da incasso a soffitto
- Per l'accensione automatica delle luci in presenza di persone mediante rivelatore volumetrico ad infrarossi avente le seguenti caratteristiche:
- - tensione e frequenza nominale: 230 V c.a. ± 10%, 50 HZ;
- potenza nominale: almeno 2200 VA;
- angolo di rilevamento: almeno 360° con un cono di base d.7,5 m ad h=2,5 m per il tipo a soffitto;
- raggio d'azione: almeno 7m per il tipo a soffitto;
- densità' di rilevamento ad almeno 14 segmenti di incidenza mediante lente di fresnel;
- regolazione della soglia di luminosità da 5 a 1000 lux almeno con possibilità di esclusione; regolazione del tempo di commutazione min.: da 5 sec a 10 min;
- grado di protezione: min. IP20;
- corpo in ABS formato da: zoccolo di fissaggio sul quale viene innestato il rilevatore;
- rele' con contatti per il comando di lampade ad incandescenza e fluorescenti;

- morsettiera di attestazione con collegamenti a vite;
- montaggio: ad incasso o in vista a seconda dei tipi.
- rele' con contatti per il comando di lampade ad incandescenza e fluorescenti;
- - morsettiera di attestazione con collegamenti a vite;
- - montaggio: ad incasso o in vista a seconda dei tipi.
- Quadretto accensione luci

Composto dai seguenti elementi:

- cassetta in lamiera di acciaio verniciato, di tipo per il fissaggio in vista o incassato, con frontale in alluminio anodizzato, completo di targhette avvitate riportanti l'indicazione dei circuiti comandati;
- pulsanti luminosi completi di LED per il comando dei vari circuiti;
- morsettiera di attestazione dei cavi di comando;
- cavi multipolari di comando del tipo non propagante l'incendio, posati in scomparto separato del canale metallico predisposto per gli altri impianti e/o in tubo PVC rigido (se sotto traccia) o filettabile (se in vista), dal quadro di zona fino al quadretto stesso.

17.4.7.9.3 Punto di alimentazione equivalente

Per utenze varie, composto dai seguenti elementi:

- quota parte della cassetta di transito e di derivazione installata lungo la dorsale;
- condutture in partenza dalla cassetta di derivazione installata lungo la dorsale fino al punto di utilizzazione (conteggiato a parte);
- eventuali cassette di transito e scatole portafrutti.
- Punto presa e frutti di protezione di tipo domestico o similare

Punto presa composto dai seguenti elementi:

- telai portafrutti;
- frutti di comando modulari;
- chiusure e/o rifiniture delle scatole con elementi di copertura che garantiscano il grado di protezione richiesto;
- materiale a completamento dell'opera: cablaggio interno tra i frutti.

Punto presa di tipo industriale interbloccata, composto dai seguenti elementi:

- scatole di contenimento da incasso, ovvero in vista, ovvero su sistema di canalizzazione in PVC o metallica in alluminio, complete, ove necessario, di raccordi per cavidotti;
- prese a spina irreversibili per usi industriali.

17.4.7.10 *Impianti di terra e protezione contro scariche atmosferiche*

- Corda di rame

- Conformità alle norme: CEI 7-1 e successivi aggiornamenti e varianti; UNI 5649/1.

Caratteristiche costruttive:

- corda ottenuta con fili elementari (n.7 per sezioni da 16 a 50 mm² e n.19 da 70 a 150 mm² di diametro non inferiore a 1,8mm) a superficie liscia, cilindrica, regolare di rame crudo ovvero ricotto tipo CU-ETP con percentuale di Cu Ag 99,9%.

Accessori:

- connettori di attestazione e di derivazione di tipo meccanico (a compressione a mezzo di attrezzo ovvero mediante serraggio di dado e controdado) ovvero saldature allumino termiche, targhettatura di identificazione, eventuali fascette e materiale di fissaggio, giunti di dilatazione o espansione.
- Tondo di acciaio zincato
- Conformità alle norme: CEI 7-6 e successivi aggiornamenti e varianti.

Caratteristiche costruttive:

- tondo in acciaio zincato a caldo per immersione e trascinamento, in barre (per realizzazione di rete di captazione o calate in vista) ovvero in rotolo (per posa interrata);
- massa minima dello strato di Zn: 550 gr/mm² ±10%;
- spessore minimo dello strato di Zn: 78 micron.

Accessori:

- distanziatori isolanti e non per posa su superfici verticali, orizzontali e spioventi (pareti, tetti, ecc);
- materiali di posa a gravità per installazioni su coperture piane;
- giunzioni ed incroci effettuati a mezzo di placche metalliche imbullonate ovvero saldature allumino termiche;
- ove necessario, placche di sezionamento, giunti di dilatazione o espansione
- Dispersore di terra in acciaio ramato
- Conformità alle norme: CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3) e successivi aggiornamenti e varianti.

Caratteristiche costruttive:

- corpo costituito da un'asta tonda in acciaio trafilato e ramata elettroliticamente dopo la lavorazione, prolungabile con altre aste tramite innesto o per mezzo di manicotti di giunzione, ecc.;
- eventuali filettature ricavate per rullatura senza variazione e deformazione del diametro originale dell'asta;
- manicotti di giunzione in bronzo, filettati internamente ovvero manicotti di giunzione conici per permettere un pieno contatto tra i due elementi lineari;
- punta di penetrazione, viti o cappellotti di battuta in acciaio temperato ad alta resistenza;

- morsetti di collegamento a collare in bronzo o acciaio ramato, completi di viti per il serraggio del conduttore di messa a terra;
- dimensioni minime: diametro 20 mm; spessore dello strato di rame 250 micron.

Nodo collettore equipotenziale in cassetta di pvc costituito da:

- cassetta di contenimento in PVC o in resina antiurto completa di coperchio fissato a mezzo viti;
- due sbarrette in rame di sezione minima 20x5 mm², a spigoli arrotondati, con fori filettati per l'ancoraggio dei conduttori di protezione ed equipotenziali, ponticellate tra loro con connessione asportabile;
- collegamento dei conduttori di protezione ed equipotenziali alla rispettiva sbarra a mezzo capicorda ad occhiello, bulloni e rondelle elastiche;
- targhetta di identificazione applicata sul coperchio.

Nodo collettore equipotenziale in cassetta di acciaio inox costituito da:

- cassetta di contenimento in acciaio inox;
- due sbarrette in rame, di sezione minima 20x5 mm², a spigoli arrotondati, con fori filettati per l'ancoraggio dei conduttori di protezione ed equipotenziali, ponticellate tra loro con connessione asportabile;
- coperchio in acciaio inox fissato alla cassetta a mezzo viti in acciaio inox, completo di guarnizione di tenuta, spinotto di terra (portata minima 50A) collegato alla sbarra di rame con treccia flessibile di lunghezza tale da permettere la rimozione del coperchio;
- collegamento dei conduttori di protezione ed equipotenziali alla rispettiva sbarra a mezzo di capicorda ad occhiello, bulloni e rondelle elastiche;
- targhetta di identificazione applicata sul coperchio.
- Sbarra di attestazione esterna dell'impianto di terra
- sbarra in rame di sezione min.200 mm², a spigoli arrotondati, con fori filettati per l'ancoraggio dei conduttori di protezione e di terra tramite dei capicorda, fissata sulla parete del pozzetto del dispersore e supportata da due isolatori.

Impianto equipotenziale per locali di centrale

Costituito da:

- condutture posate in vista in partenza dal un nodo collettore di locale per il collegamento delle tubazioni idriche al loro ingresso nel locale e di altre masse estranee, costituite da tubazioni in PVC rigido e cavo di tipo non propagante l'incendio di sezione minima 6 mm²;
- accessori di connessione quali collari, fascette o fissatubi, morsetti e capicorda in acciaio zincato o in rame;
- saldature ove necessario.

Impianto di terra di cabina

Costituito da:

- collettore di terra cabina, realizzato in piatto di rame da 40x5 mm² circa, a spigoli arrotondati, sagomato, verniciato in colore giallo, fissato alle pareti del locale o alla parete dei cunicoli ogni 50 cm circa tramite isolatori portanti da 30 mm, a loro volta ancorati a mezzo bulloni e tasselli in acciaio o in PVC;
- collegamenti con le strutture metalliche estranee presenti in cabina (tubazioni, infissi, serramenti, canali portacavi, profilati di appoggio in lamiera, grigliati, ecc.) realizzati in piatto o corda di rame di sezione non inferiore a 16 mm²;
- collegamento dalla sbarra di terra del Q.G. al collettore di terra;
- collegamento tra il collettore di terra e le carcasse dei trasformatori e tra il centro stella e il collettore in cavo del tipo non propagante l'incendio;
- collegamento di terra in almeno n.2 punti della maglia equipotenziale posta nel pavimento;
- messe a terra di funzionamento e di protezione di tutte le apparecchiature presenti in cabina in cavo di tipo non propagante l'incendio;
- eventuale corda nuda da 35 mm² per la messa a terra di tutte le piastre di chiusura dei cunicoli completa di relativi collegamenti equipotenziali.

17.4.7.11 *Impianti di rivelazione incendio*

17.4.7.11.1 Centrale analogica di rivelazione incendio per sistemi indirizzati

Centrale rivelazione incendio a microprocessore per dispositivi analogici singolarmente indirizzati, dotata di 8 loop ampliabili fino a 16. Ogni loop permette il collegamento di 99 rivelatori e 99 moduli ingresso/uscita. La centrale è espandibile con massimo 2 schede da 4 loop (LIB600N) ed è equipaggiata con un display LCD grafico da 16 righe e 40 colonne e da una tastiera alfanumerica. Permette la configurazione di 400 gruppi logici programmabili mediante operatori AND, OR, DEL, XGRP, ecc e di 150 zone. Archivio storico di 999 eventi in memoria non volatile. Per la gestione parziale dell'impianto è possibile connettere i pannelli remoti di visualizzazione serie LCD6000N/A/G. Configurabile da tastiera o da software PK6000. Possibilità di gestire la centrale utilizzando un software di supervisione con un'interfaccia opzionale di comunicazione seriale SIB600-OEM o di rete ethernet con SIB600W. Protocollo di comunicazione CEI-ABI, o a richiesta MOD-BUS. Possibilità di stampare da menù della centrale l'archivio eventi e lo stato punti dell'impianto tramite la SIB600W, oppure on line con interfaccia 81007-801N collegata alla schedaSIB600-OEM. 1 uscita sirena da 750mA. Predisposta per l'installazione in armadio rack 19".

17.4.7.11.2 Terminale di ripetizione allarmi

Pannello remoto di ripetizione generale per centrali indirizzate della serie AM. Display LCD grafico 320 x 240. Consente il riconoscimento dell'allarme e anche la tacitazione uscite ed il ripristino degli allarmi con codice conforme a EN 54-2. Alimentazione 10-30Vcc. Assorbimento a riposo di 30mA ed in allarme di 80mA. Dimensioni 180mm x 168mm x 55mm.

Pannello gestione emergenze (PGE)

Pannello di gestione delle emergenze per l'intercettazione degli impianti elettrici, tecnologici, di sicurezza e di distribuzione gas medicali nel rispetto del D.M. 18/09/02 art. 5.1, da posizionare nei filtri a prova di fumo, costituito da uno o più quadri distinti alfine di separare le reti di distribuzione dei gas medicali dalle reti di altri impianti (elettrici, sicurezza, tecnologici).

Caratteristiche elettromeccaniche:

- tensione di funzionamento: 24 V c.c.;
- grado di protezione: min. IP40 a pannelli chiusi, IP20 a pannelli aperti.

Caratteristiche costruttive:

- carpenteria metallica di tipo modulare, adatte per posa da incasso ovvero in vista (come indicato nelle tavole grafiche), suddivisa per sezioni di altezza ciascuna almeno 200mm, complete di portina di chiusura trasparente apribile con chiave unificata;
- ove previsti, serie di pulsanti di sgancio d'emergenza protetti da vetro a rompere di tipo antischeggia, a rottura senza uso necessario di attrezzi o martelletto e senza provocare ferite all'utilizzatore;

sezione ENERGIA ELETTRICA comprensiva di:

- * n. 1 sezionatore portafusibili generale;
- * n. 1 pulsante di prova lampade;
- * n. 1 pulsante a fungo di colore rosso, a riarmo manuale, per lo sgancio delle sezioni L, FM, CA, nel quadro di zona, completo di contatti in numero adeguato ad ogni bobina di sgancio;
- * n. 1 pulsante a fungo di colore rosso, a riarmo manuale, per lo sgancio della continuità assoluta medicale (rete CAM) di zona, completo di contatti in numero adeguato ad ogni bobina di sgancio;
- * n. 1 led verde di verifica continuità del circuito di sgancio rete L;
- * n. 1 led verde di verifica continuità del circuito di sgancio rete FM;
- * n. 1 led verde di verifica continuità del circuito di sgancio rete CA;
- * n. 1 led verde di verifica continuità del circuito di sgancio rete CAM (ove presente);

sezione SEGNALAZIONI IMPIANTI ELETTRICI comprensiva di:

- * n. 1 led verde di segnalazione stato (rete "off") rete L;
- * n. 1 led rosso di segnalazione stato (rete "on") rete L;
- * n. 1 led verde di segnalazione stato (rete "off") rete FM;
- * n. 1 led rosso di segnalazione stato (rete "on") rete FM;
- * n. 1 led verde di segnalazione stato (rete "off") rete CA;
- * n. 1 led rosso di segnalazione stato (rete "on") rete CA;

sezione INCENDIO comprensiva di:

- * n. 1 pulsante a fungo di colore rosso, per l'allarme generale incendio, a riarmo manuale installato nel quadro ovvero pulsante manuale a rottura di vetro installato all'esterno del quadro stesso (a

discrezione della DL e computato separatamente); la manovra del pulsante dovrà attuare lo sgancio dei magneti di blocco porte, la chiusura delle serrande tagliafuoco e/o il blocco delle CTA nella zona interessata;

- * n. 1 led verde di segnalazione stato impianto rivelazione incendi (loop attivo);
- * n. 1 led giallo di segnalazione impianto rivelazione incendi (loop guasto);
- * n. 1 pannello di segnalazione allarme incendio ottico-acustico installato nel quadro o all'esterno dello stesso a discrezione della DL (computato separatamente);
- * moduli di comando impianto rivelazione incendi (conteggiati separatamente);
- * modulo ingressi per l'acquisizione dei comandi dal pannello (allarme generale da pulsante interno al quadro, sgancio magneti blocco porte, chiusura serrande tagliafuoco, blocco CTA - conteggiati a parte)

sezione IMPIANTI MECCANICI (in armadio separato rispetto a quello contenente i servizi elettrici e di sicurezza) comprensiva di:

- * valvole di intercettazione gas medicali (compresa nella sezione di progetto relativa agli impianti termomeccanici);
- sezione SEGNALAZIONI IMPIANTI MECCANICI comprensiva di:
- * centralina di controllo gas medicali alimentata da rete CA completa di sezionatore portafusibili (compresa nella sezione di progetto relativa agli impianti termomeccanici);
- * n. 1 pulsante a fungo di colore rosso, a riarmo manuale, per lo sgancio dell'alimentazione delle serrande tagliafuoco e/o delle CTA nella zona interessata, completo di contatti in numero adeguato ad ogni bobina di sgancio;
- * n. 1 led verde di verifica continuità del circuito di sgancio rete impianti meccanici;
- * n. 1 led verde di segnalazione circuito antincendio in pressione (carico);
- * n. 1 led giallo di segnalazione circuito antincendio non in pressione (scarico);
- cablaggio interno con cavo N07G9-K;
- morsettiere di attestazione delle linee.

Sono compresi:

- linee di comando da e verso il pannello per l'attivazione dei led interni e degli attuatori di sgancio nei quadri di zona in cavo resistente al fuoco a norme CEI 20-45, fino ad una lunghezza massima di 40m;
- indicazioni delle funzioni di ciascuna apparecchiatura installata;
- cartello indicatore della funzione del pannello;
- planimetria di piano in formato plastificato, posizionata entro cornice di contenimento, con evidenziazione del compartimento interessato al pannello di emergenze e localizzazione del punto in cui ci si trova;

17.4.7.11.3 Rivelatore ottico di fumo, analogico

Rivelatore ottico indirizzabile di colore bianco senza base. Costituito da una camera ottica sensibile alla diffusione della luce. Dotato di protocollo digitale avanzato che garantisce maggiori possibilità di gestione, capacità e flessibilità. Doppio led tricolore (rosso, verde e giallo) per visualizzazione a 360° programmabile lampeggiante o fisso. Indirizzamento a mezzo di selettori rotanti. Dotato di isolatore di corto circuito. Certificato CPR in accordo alla normativa EN 54 parte 7 e 17. Alimentazione 15-32Vcc. Temperatura di funzionamento da -30°C a +70°C. Umidità relativa sino a 93% senza condensa. Dimensioni: altezza 52mm e diametro di 102mm con base installata.

17.4.7.11.4 Rivelatore multicriterio (ottico e termovelocimetrico)

Rivelatore combinato ottico e termovelocimetrico indirizzabile di colore bianco senza base. Costituito da una camera ottica sensibile alla diffusione della luce e da un termistore sensibile al calore. Dotato di protocollo digitale avanzato che garantisce maggiori possibilità di gestione, capacità e flessibilità. Doppio led tricolore (rosso, verde e giallo) per visualizzazione a 360° programmabile lampeggiante o fisso. Indirizzamento a mezzo di selettori rotanti. Dotato di isolatore di corto circuito. Certificato CPR in accordo alle normative EN 54 parti 5, 7 e 17. Alimentazione 15-32Vcc. Temperatura di funzionamento da -30°C a +70°C. Umidità relativa sino 93% senza condensa. Dimensioni: altezza 61mm e diametro di 102mm con base installata.

17.4.7.11.5 Pulsante manuale di allarme incendio

Pulsante manuale convenzionale da interno a rottura vetro. Completo di scatola di montaggio. Installazione a vista e possibilità d'incasso.

17.4.7.11.6 Modulo di comando

Modulo d'uscita utilizzabile con centrali analogiche indirizzate. Certificato CPR in accordo alle Normative EN54 parti 17 e 18. L'uscita può essere controllata o con contatto in scambio libero da potenziale. La scelta del tipo d'uscita si ottiene selezionando due dip-switch. Il modulo viene indirizzato per mezzo di selettori rotanti con numerazione da 01 a 159. Questi è dotato di led verde lampeggiante normale e spento in allarme. Il modulo dispone d'isolatore di corto circuito. Alimentazione 15-30Vcc. Corrente a riposo di 310 microA e di 510 microA con led attivo. Temperatura di funzionamento da -20°C a +60°C. Umidità relativa sino a 95%.

17.4.7.11.7 Ripetitore luminoso di allarme

Ripetitore ottico d’allarme a led per rivelatori con lente di colore rosso. Tensione di funzionamento di 3,7Vcc. Assorbimento in allarme di 9,5 mA. Dimensioni: 70mm x 35mm x 23mm

17.4.7.11.8 Avvisatore ottico-acustico di allarme incendio

Sirena convenzionale da interno a quattro toni con luce fissa. Permette il ricevimento di due comandi per allarme e preallarme. Certificata CPR in accordo alla normativa EN54-3. Potenza del suono massima di 103 dB ad 1 metro. Alimentazione 24Vcc. Assorbimento in allarme di massimo 85mA. Temperatura di funzionamento da -5°C a +50°C. Grado di protezione IP41C.

17.4.7.11.9 Avvisatore ottico di allarme incendio per interni

Kit composto da guarnizione e frontale per PAN1-EU e PAN1A-EU che permette ai pannelli di raggiungere il grado IP 55. Compatibile meccanicamente anche con la serie PAN1 obsoleta.

17.4.7.11.10 Sirena elettronica per esterno

Sirena autoalimentata 12 Vdc con sistema antischiuma brevettato, antishock contro gli urti violenti, lampeggiante a led. Circuito a microprocessore con 4 suoni e 4 temporizzazioni, sistema antiperforazione, conteggio allarmi, memoria lampeggiante, segnalazione ON/OFF impianto, comando sirena programmabile, test periodico della batteria, uscita di anomalia open collector. Doppio tamper reed magnetico antiapertura e rimozione - circuito elettronico protetto da inversioni di polarità e tropicalizzato in resina ad immersione - base sirena in plastica ABS, bolla di centratura integrata, coperchio interno, coperchio esterno in ABS verniciato bianco perlato. Dimensioni 322x215x102mm (HxLxP). Batteria alloggiabile da 2Ah. Certificata livello IMQ III - EN50131-4

17.4.7.11.11 Stazione di alimentazione 24vcc

Il gruppo di alimentazione composto da un alimentatore switching, limitato in corrente (limitazione tensione-corrente) di precisione, due batterie da 12V 17Ah (non fornite), circuito di controllo a modulazione digitale e circuito di supervisione a microcontrollore. L'alimentazione si suddivide in 3 uscite a morsetti protette dai rispettivi fusibili. La carica della batteria avviene a tensione costante (27,6V @ 25C) con compensazione della temperatura ambiente e limitazione di corrente. La corrente massima erogata dall'alimentatore di 5A: con 4A per il carico e 1A per la ricarica della batteria. Dimensioni: 375mm x 430mm x 120mm. Peso: 6,25 Kg. Certificato in conformità alla normativa EN 54-4, DoP N. 1293 - CPR -0483.

17.4.7.12 *Impianto antintrusione*

Centrale allarme intrusione e rapina per impianti di medie e grandi dimensioni, telegestibile

- Zone incorporate
- Espandibile a 264 zone cablate
- Espandibile a 64 zone via radio (frequenza 433 e/o 868 MHz)
- 32 Partizioni
- 6 uscite programmabili a bordo: 3 (relè da 3 A) + 3 (open-collector da 1 A) espandibili a 102 uscite programmabili
- Connessione a 32 tastiere LCD remote
- Buffer da 10000 eventi
- 5 codici installatore e 195 codici utente
- 500 chiavi/tag
- 16 + 16 radiochiavi
- 32 lettori
- 50 numeri di telefono
- 2 modalità operative: Normale o "EN-50131"

- Pianificazione totale con 64 timer per le funzionalità di domotica di base
- Funzionalità di controllo degli accessi integrata
- Programmatore Orario giornaliero, settimanale, annuale

17.4.7.12.1 Combinatore telefonico digitale a sintesi vocale

Caratteristiche:

- connessione GSM+PSTN con priorità programmabile;
- modulo messaggi vocale, con minimo 2 canali e due uscite programmabili, con possibilità minima di 4 numeri distinti programmabili per ogni canale;
- orologio datario real time;
- memorie non volatili, con almeno 4 messaggi da 20";
- cablato direttamente alle uscite di allarme della centrale antintrusione;
- consente la telegestione e l'inoltro dei dati informativi al centro di ricezione allarmi (tele allarme e tele assistenza);
- funzione di "squilli di risposta";
- provvisto di batterie tampone e di caricabatterie;
- nel caso di versioni per linee PSTN, il combinatore è dotato inoltre della funzione di controllo della disponibilità della linea telefonica analogica (controllo taglio linea, segnalazione mancanza linea telefonica, controllo del tono di linea escludibile), selezione della composizione a toni o ad impulsi, con interfaccia di linea telefonica elettronica;
- tensione e frequenza nominale: 230 V c.a. ±10%, 50 Hz;
- tensione nominale di funzionamento: 12V c.c.
- stazione di alimentazione;
- conformità alle norme CEI EN 50131-1 (CEI 79-15), CEI EN 50131-3 (CEI 79-60) e CEI EN 50131-6 (CEI 79-27) Tipo A e successive varianti.

Classificazione grado sicurezza: 3.

Classificazione classe ambientale: II.

Caratteristiche costruttive:

- armadio metallico idoneo al contenimento di altri apparati quali accumulatori, concentratori, scatole di giunzione, ecc.;
- montaggio previsto a muro, con accessori per il fissaggio;
- contatto antiapertura ed antirimozione;
- protezione contro il sovraccarico, cortocircuito, inversione di polarità, scarica eccessiva accumulatore;
- indicazione frontale a LED dello stato di funzionamento (presenza tensione, stato batterie, anomalia;

- indicazione frontale a LED dello stato di funzionamento (presenza tensione, stato batterie, anomalia circuito 12V);
- concentratore per la trasmissione alla centrale di allarme delle segnalazioni di:
    - * mancanza rete 230Vac;
    - * batterie in esaurimento;
    - * anomalia batteria;
    - * test fallito carica batteria;
    - * allarme manomissione (sia apertura sia strappo alimentatore);
- Caratteristiche tecniche:
    - alimentatore stabilizzato 230 Vac 50 Hz 13,8 V c.c., con tecnologia lineare;
    - corrente nominale totale 3A;
    - corrente disponibile per le utenze dell'impianto: 1,5A;
    - batteria 17Ah (inclusa);
    - grado di protezione: minima IP20.

17.4.7.12.2 Tastiera supplementare di comando e controllo

- Display LCD blu 2 righe x 16 caratteri
- Luminosità e contrasto del display regolabili
- 4 LED di stato del sistema
- 3 LED per lettore di prossimità: inserimento, inserimento A e B
  FUNZIONI COMUNI: (PREMIUM LCD/LED)
- Lettore di prossimità integrato per chiavi, tessere e tag
- 3 terminali ingresso/uscita integrati
- Supporto sensore tapparella
- Montaggio a parete o a incasso (con kit in opzione)
- Installazione semplice e veloce senza problemi di passaggio dei cavi: i terminali sono sul fondo
- Facilità di posizionamento grazie alla "livella a bolla" integrata

17.4.7.12.3 Contatto magnetico

- Conformità alle norme CEI EN 50131-2-6 (CEI 79-59) e successive varianti.
- Classificazione grado sicurezza: 3.
- Classificazione classe ambientale: II.
- Caratteristiche costruttive:
- Costituito da due unità in ottone: magnete e contatto magnetico (rele reed);
- Diametro tipico 6 mm;
- Antimanomissione realizzata mediante antitamper ovvero collegamento con cavo a 4 fili (n.2 per il contatto reed NC e n.2 per l'antitamper);
- Distanza di installazione tra i contatti fino a 10mm nel caso di materiale non ferromagnetico;
- Lunghezza dei terminali 30 cm;

- Installazione ad incasso all'interno dei telai di porte e finestre;
- Grado di protezione IP65;
- Completo di accessori di fissaggio e finitura per l'installazione su qualsiasi superficie.
- Buzzer di segnalazione apertura porte
- Buzzer ottico-acustico per segnalazione apertura porte comandato dal concentratore impianto antintrusione, comprensivo di chiave per tacitazione.

17.4.7.12.4 Rivelatore volumetrico a doppia tecnologia da interno per montaggio a parete

- Analisi del segnale digitale
- Immunità agli animali domestici fino a 25 kg
- Eccezionale immunità alla luce bianca
- Tecnologia Quad Linear Imaging per l'analisi accurata delle dimensioni corporee e differenziazione dallo sfondo e dagli animali domestici
- Design compatto per le installazioni residenziali
- Conteggio degli impulsi variabili regolabile
- Regolazione sensibilità PIR
- Altezza installazione senza necessità di calibrazione
- Dimensioni (lxhxp): 118x62,5x41 mm
- Tensione di alimentazione: da 8,2 a 16 Vcc
- Assorbimento (Standby): 18 mA
- Assorbimento (Attivo): 25,5 mA
- Protezione da interferenze in radiofrequenza: 30 V/m 10-1000 MHz
- Protezione da interferenze elettromagnetiche: 50.000 V

17.4.7.13 *Impianto fotovoltaico*

- Sistema fotovoltaico a pannelli di silicio policristallino testurizzato in parallelo alla rete elettrica "grid connected";
- Sistema fotovoltaico operante in parallelo alla rete elettrica di alimentazione dell'utente, privo di sistema di accumulo dell'energia.

Conformità alle norme:

- moduli fotovoltaici: CEI EN 50380 (CEI 82-22), CEI EN 50461 (CEI 82-26), CEI EN 50513 (CEI 82-33), CEI EN 60891 (CEI 82-5), CEI EN 60904-1 (CEI 82-1), CEI EN 60904-2 (CEI 82-2), CEI EN 61730-1 (CEI 82-27), CEI EN 61730-2 (CEI 82-28) e successive varianti;
- giunzioni e connettori: CEI EN 50521 (CEI 82-31), CEI EN 50548 (82-40) e successive varianti;
- convertitori e inverter: CEI EN 50524 (CEI 82-34), CEI EN 50530 (CEI 82-35), CEI EN 62109-1 (CEI 82-37), CEI EN 62109-2 (CEI 84-44) e successive varianti;
- cavi: CEI EN 50525-2-21 (CEI 20-107/2-21), CEI EN 60811-2-1 (CEI 20-34/2-1);

- quadri elettrici: CEI EN 61439-1 (CEI 17-113), CEI EN 60947 (norme applicabili alle diverse apparecchiature) e successive varianti;
- limitatori di sovratensione: CEI EN 61643-11 (CEI 37-8) e successive varianti;
- interfacce di rete: CEI EN 61727 (CEI 82-9) e successive varianti.

17.4.7.13.1 Campo fotovoltaico

Costituito da moduli di celle in silicio policristallino testurizzato entro telaio in allumino anodizzato, copertura frontale in vetro temperato e fondo in PVF-polivinilfluoride (pannelli fotovoltaici), collegati tra loro in serie o parallelo per formare delle stringhe di adeguata potenza e aventi le seguenti caratteristiche:

- dimensioni massime: 1660x990x50 mm o equivalenti;
- potenza di picco: 235Wp (valutata nelle condizioni S.T.C.);
- tolleranza sulla potenza nominale: non superiore al 3%;
- tensione a circuito aperto Voc: 37,2V;
- tensione alla massima potenza Vm: 30,00V;
- corrente alla massima potenza Im: 7,91A;
- corrente di c.to c.to Isc (mA/°C): 8,344A;
- grado di isolamento: classe II;
- rendimento maggiore dell'80% nell'arco di 25 anni (garantito dal costruttore);
- rispondenza alle condizioni richieste dalle norme CEI EN mediante certificazione delle prove di tipo eseguite presso laboratori accreditati EA;
- scatole di giunzione e derivazione contenenti i diodi di blocco e di bypass;
- connessioni tra pannelli e ai relativi conduttori effettuate mediante connettori "plug & play" tipo Multicontact o similare;
- grado di protezione minimo di tutto il sistema (pannelli casssette di giunzione e connettori): IP67;
- cavi di connessione / alimentazione in corrente continua dal pannello fino al sistema di conversione elettrica aventi le seguenti caratteristiche:
    - tensione nominale: 2 kV cc;
    - tensione di prova: 6kV ca / 10 kV cc;
    - guaina esterna: etilen-vinilacetato;
    - guaina interna: etilen-vinilacetato.
    - isolamento: gomma etilen-propilenica ad alto modulo;
    - conduttore: corda flessibile di rame rosso ricotto;
    - temperatura minima di esercizio: -15°C in c.a. - 40°C in c.c;
    - temperatura massima di esercizio: 120°C per un esercizio continuo garantito almeno 30 anni in condizioni di stress meccanico, esposizione a raggi UV, presenza di ozono, umidità, particolari temperature;
    - temperatura massima di corto circuito: 250°C;
    - comportamento al fuoco: non propagante l'incendio, bassa emissione di fumi, gas tossici e corrosivi.

17.4.7.13.2 Quadro di campo (sezionamento e parallelo delle stringhe di pannelli fotovoltaici)

Caratteristiche costruttive:

- cassetta in vetroresina da esterno, adatta per il montaggio a parete o a pavimento, resistente all'urto di almeno 6 J, rigidità dielettrica almeno15 kV/mm, completa di portine di chiusura e raccordi in vetroresina prestampati, autoestinguenti; portina con finestra trasparente; guarnizioni in gomma neoprene alveolare a celle chiuse; piastre di fondo per montaggio delle apparecchiature; grado di protezione min. esterno IP55, interno IP20D;
- ingresso cavi mediante passacavi, pressacavi, imbocchi per tubo o raccordi a cono innestabili con interposta guarnizione;
- n.1 barra in rame, di sezione minima 20x5 mm², a spigoli arrotondati, completa di fori filettati per effettuare i collegamenti equipotenziali mediante capicorda ad occhiello viti e bulloni;
- n.2 barre in rame, di sezione minima 20x5 mm², a spigoli arrotondati, con fori filettati per l'ancoraggio dei conduttori di fase (mediante capicorda ad occhiello viti e bulloni) provenienti dai diversi sezionatori per realizzare il parallelo dei pannelli ovvero delle stringhe fotovoltaiche e la connessione al sezionatore generale di linea;
- cablaggio con cavo tipo H07RN-F o analogo avente temperatura di esercizio non inferiore a 90°C;
- sezionatori aventi le seguenti caratteristiche:
  - tensione d'isolamento Ui: 1000V cc;
  - tensione nominale: 800Vcc;
  - tensione di tenuta impulso Uimp: 8kV per portate fino a 125A, 12kV per portate maggiori di 200A;
  - cicli di manovre (per portate in cc cat. DC22): almeno 20000 per portata fino a 20A, 10000 per portate da 63 a 125A, almeno 5000 per portate oltre 200°;
  - corrente di breve durata ammissibile per 1 sec. Icw: 1,3 (per portate in cc cat. DC22): almeno 1,3kA per portata fino a 20A, 7kA per portate fino a 63, 9kA per portate fino a 125A, 13kA per portate fino a 250A;
  - portata in categoria d'impiego DC22 come indicato negli elaborati grafici ovvero valutata sulla base dei sezionatori di stringa (corrente di stringa aumentata del 25%) e del sezionatore generale (con corrente nominale data dalla somma delle portate di ciascun sezionatore di stringa);
  - morsetti di allacciamento a vite;
  - possibilità di blocco a chiave o a lucchetto;
- limitatore/i di sovratensione avente/i le seguenti caratteristiche:
  - classificazione: tipo 2 (class II; C);
  - tensione a vuoto (Uoc stc): <= 500V;
  - tensione continuativa (Uc cc): 350V (in riferimento alla prova di guasto alle TOV);
  - livello di protezione (Up): < = 3 kV (< = 2 kV con 5kA);
  - corrente impulsiva nominale di scarica (8/20 s) (In): 20kA;
  - corrente impulsiva massima di scarica (8/20 s) (Imax): 40kA;

- installazione a monte del sezionatore di pannello ovvero di stringa e connessione alla barra di terra;
- involucro in materiale termoplastico costituito da una base multipolare sulla quale sono innestati i moduli limitatori per garantirne la facile sostituzione in caso di danneggiamento;
- tecnologia a varistore all'ossido di zinco con circuito a Y (n.2 varistori e n.1 spinterometro ovvero n.3 varistori ad alte prestazioni);
- segnalazione ottica di guasto;
- contatto per il riporto a distanza della segnalazione di guasto;
- montaggio a scatto su guida DIN.

- diodo per la protezione contro inversione di polarità per ciascuna stringa avente le seguenti caratteristiche:

  - Vcc: 800V (tensione inversa);
  - I: 20A (corrente inversa).

17.4.7.13.3 Quadro interno di sezionamento

Installato a valle del quadro di campo nelle vicinanze dell'inverter.

Caratteristiche costruttive:

- centralino in tecnopolimero con grado di protezione minimo esterno IP55, interno IP20D, completo di portina trasparente, serratura unificata con gli altri quadri, targhette di identificazione dei circuiti;
- diodo di blocco avente le seguenti caratteristiche:

  - Vcc: 800V (tensione inversa);
  - I: 20A (corrente inversa);

- sezionatore aventi le seguenti caratteristiche;
- tensione d'isolamento Ui: 1000V cc;
- tensione nominale: 800Vcc;
- tensione di tenuta impulso Uimp: 8kV per portate fino a 125A, 12kV per portate maggiori di 200A;
- cicli di manovre (per portate in cc cat. DC22): almeno 20000 per portata fino a 20A, 10000 per portate da 63 a 125A, almeno 5000 per portate oltre 200°;
- corrente di breve durata ammissibile per 1 sec. Icw: 1,3 (per portate in cc cat. DC22): almeno 1,3kA per portata fino a 20A, 7kA per portate fino a 63, 9kA per portate fino a 125A, 13kA per portate fino a 250A;
- portata in categoria d'impiego DC22 come indicato negli elaborati grafici ovvero uguale al sezionatore generale posto a monte nel quadro di campo;
- n.1 barra in rame, di sezione minima 20x5 mm², a spigoli arrotondati, completa di fori filettati per effettuare i collegamenti equipotenziali mediante capicorda ad occhiello viti e bulloni;

- scaricatori di sovratensione almeno di classe 2 di caratteristiche analoghe a quelli installati nel quadro di campo.

17.4.7.13.4 Sistema di conversione elettrica

Inverter controllato automaticamente basato su tecnologia IGBT e su modalità di commutazione a frequenza elevata (modulazione PWM) e dispositivo di variazione dell'impedenza in ingresso per adeguare in modo costante la potenza (funzione MPPT maximun power point tracker).

Caratteristiche costruttive:

- armadio metallico per installazione a pavimento;
- dati tecnici lato c.c. (ingresso):
  - potenza massima di picco: da definire in fase di PD/PE;
  - potenza nominale: da definire in fase di PD/PE;
  - tensione nominale: 650V c.c.;
  - tensione a vuoto: 880V c.c.;
  - campo di variazione della tensione in condizioni MPPT: da 430V c.c. a 760V c.c.;
  - corrente nominale max: 23,5A;
  - dispositivo di controllo dell'isolamento;
  - trasformatore in alta o bassa frequenza atto a garantire una separazione galvanica con la rete di distribuzione in c.a. 50Hz;
- dati tecnici lato c.a. (uscita):
  - potenza nominale: da definire in fase di PD/PE;
  - potenza massima di picco: da definire in fase di PD/PE.....kW
  - tensione di uscita: 400V (trifase);
  - rendimento europeo non inferiore a 95% (valutato secondo la seguente relazione 0,03 x n 5% + 0,06 x n 10% + 0,13 x n 20% + 0,10 x n 30% + 0,48 x n 50% + 0,20 x n 100%). Nella fornitura dell'inverter dovranno essere compresi i cablaggi elettrici di collegamento con il quadro elettrico c.a. di protezione ed interfaccia.
- Struttura di supporto dei pannelli fotovoltaici
- Conformità alle leggi:
  - DM 16/01/96
  - Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi";
  - Circolare 04/07/96, n. 156 AA.GG./STC
  - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996.
- Struttura a cavalletto avente le seguenti caratteristiche:

- profili di sostegno in acciaio zincato a caldo e verniciato e profili trasversali in alluminio per il supporto dei moduli fotovoltaici;
- resistenza al vento, come previsto nelle tabelle normate del luogo di installazione;
- sovraccarico da neve conforme alle tabelle di cui al DM 16/01/06;
- installazione su basamenti in calcestruzzo (previsti nella sezione di progetto architettonica e strutturale) ed ai vari elementi costituenti;
- altezza della struttura (comprensiva di pannelli fotovoltaici) non superiore a 1,5 m;
- accessori ed elementi di fissaggio in acciaio INOX;
- collegamenti equipotenziali della struttura realizzati con conduttori in corda di rame di sez. non inferiore a 16 mm² .
- Quadro elettrico di protezione ed interfaccia del sistema fotovoltaico
- Conformità alle norme: CEI 17-13/1 e successive varianti; UL94 V1.

Caratteristiche costruttive:

- struttura portante modulare costituita da intelaiature metalliche componibili in profilato di acciaio o in lamiera pressopiegata di almeno 20/10, complete di asolature onde permettere il fissaggio di pannelli, cerniere, guide, profilati di sostegno per il fissaggio delle apparecchiature;
- telaio per il fissaggio a pavimento e/o per il livellamento dei pannelli in profilato di acciaio saldato, verniciato con doppia mano di fondo e una mano finale di colore nero, completo di piedini regolabili con base bugnata e forata per consentire il fissaggio al pavimento mediante tasselli e collante (ove necessario);
- pannelli di copertura laterali e posteriori in lamiera ribordata e verniciata, corredati di collegamento flessibile di terra;
- pannelli anteriori per i vari scomparti in lamiera ribordata e verniciata, apribili a cerniera con attrezzo o con chiave speciale e corredati di collegamento flessibile di terra; i pannelli forati saranno completi di guarnizioni e coprifori per la chiusura degli spazi non utilizzati;
- portina anteriore in lamiera ribordata e verniciata, di tipo pieno o trasparente in materiale plastico (secondo quanto previsto nelle tavole grafiche), apribile a cerniera e completa di maniglia, serratura per chiave speciale e collegamento flessibile di terra;
- sbarre in rame contrassegnate in conformità alla normalizzazione CEI-UNEL (devono essere anche previsti opportuni accorgimenti al fine di evitare fenomeni di ossidazione nei punti di giunzione);
- grado di protezione esterno: come precisato nelle tavole grafiche, incluso il fondo;
- grado di protezione a pannelli anteriori aperti: non inferiore a IP20 garantito da apposite calotte coprimorsetti, cuffie, schermi, protezioni, ecc. per tutte le apparecchiature e parti in tensione.
- La tipologia di esecuzione (incasso, sporgente, a pavimento o a parete), lo schema elettrico unifilare, le caratteristiche e tarature delle apparecchiature, gli ausiliari, la strumentazione, ecc., sono indicati nelle tavole grafiche.
- L'equipaggiamento del quadro dovrà comprendere la protezione di interfaccia conforme alla CEI 4-16.

Materiali e servizi a completamento dell'opera:

- connessione al contatore di energia (fornito dall'ente erogante);
- assistenza ai tecnici dell'ente erogante per il collegamento alla rete.

ART. 18. PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO

18.1 Campi di impiego

Sono previste pavimentazioni in conglomerato bituminoso su tutta la nuova viabilità delle nuove stazioni, dei pozzi di linea nonché sulle loro sistemazioni superficiali.

18.2 Specifiche tecniche

18.2.1 Descrizione e modalità esecutive

18.2.1.1 *Generalità*

Le pavimentazioni stradali di cui alle voci contenute nel presente capitolo dovranno rispettare le seguenti caratteristiche:

- strato di collegamento in conglomerato bituminoso semiaperto (binder) ottenuto con graniglia e pietrischetto della categoria IV delle norme C.N.R. con dosaggi e limiti come da prescrizioni appresso indicate;
- tappeto di usura, in conglomerato bituminoso chiuso, ottenuto con graniglia e pietrischetto della categoria IV delle norme C.N.R. con dosaggi e limiti come da prescrizioni appresso indicate.

La messa in opera delle pavimentazioni dovrà essere effettuata, previa accurata pulizia della superficie dei piani di posa e preventiva spalmatura di un velo continuo di legante di ancoraggio costituito da emulsione bituminosa, a seconda dei casi, nei seguenti modi:

- per rappezzi di qualsiasi dimensione: mediante energica battitura con mezzi meccanici o pestelli in ferro assicurando, prima della stesa stessa, una netta incisione tutto intorno alla zona ripresa per assicurare una sicura imposta al conglomerato;
- per la formazione di corsie provvisorie e definitive, risagomature, ecc.: mediante macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento e successiva cilindratura con idonei rulli meccanici e gommati di massa da 5 a 14 tonnellate.

Sia per lo strato di collegamento che per il tappeto di usura gli aggregati dovranno avere i requisiti prescritti dalle “Norme per l’accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie, degli additivi per costruzioni stradali” del fascicolo n°4 del C.N.R.-1953.

A titolo di base, per lo studio della curva granulometrica definitiva, si prescrivono i seguenti limiti:

Strato di collegamento

Tipo di vaglio	Passante % in peso

1” (mm 25.4)	100
3/4" (mm 19.1)	85 - 100
1/2" (mm 12.7)	70 - 90
3/8" (mm 9.52)	60 - 80
n°4 serie ASTM (4.76)	40 - 70
n°10 serie ASTM (2.00)	29 - 50
n°40 serie ASTM (0.42)	15 - 40
n°80 serie ASTM (0.177)	5 – 25
n°200 serie ASTM (0.074)	3 – 5

Strato di usura

Tipo di vaglio	Passante % in peso
1/2" (mm 12.7)	100
3/8" (mm 9.52)	80 - 100
n°4 serie ASTM (4.76)	62 - 85
n°10 serie ASTM (2.00)	42 - 66
n°40 serie ASTM (0.42)	20 - 48
n°80 serie ASTM (0.177)	10 – 32
n°200 serie ASTM (0.074)	4 – 9

Per il passante al n°40 l’indice di plasticità non deve essere superiore a 6.

Devono essere eseguite prove sperimentali sui campioni preparati con pietrischetti, graniglie, sabbie e additivi ai fini della designazione della composizione da adottarsi.

Si precisa inoltre che:

- i pietrischetti e le graniglie devono provenire dalla frantumazione di materiale litoide di natura prevalentemente silicea e, comunque, sostanzialmente uniforme, compatto ed esente da parti alterate; essi debbono avere i requisiti richiesti per la IV categoria della tabella III delle suddette norme per lo strato di collegamento e della I categoria per quanto riguarda il tappetino d’usura;
- i pietrischetti e le graniglie devono essere costituiti da elementi approssimativamente poliedrici con spigoli vivi e superfici ruvide, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei;

- le sabbie, naturali o di frantumazione, devono essere di natura prevalentemente silicea, dure, vive, ruvide al tatto, pulite ed esenti da polveri o altro materiale estraneo e devono avere una perdita per decantazione in acqua inferiore al 2%;
- gli additivi (filler) devono provenire dalla frantumazione di rocce, preferibilmente calcaree e possono essere sostituiti da cemento e da leganti bituminosi, purché questi ultimi, prima dell'impiego, siano completamente disgregati.

Per ciascuna pezzatura, l'indice dei vuoti non deve superare il valore di 1.

Il bitume per i conglomerati deve avere i requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali" del fascicolo n°24 del C.N.R. 1971, con una penetrazione pari a 60/70 sia per lo strato di collegamento che per il tappeto d'usura salvo diverso avviso della Direzione Lavori in relazione alle condizioni locali e stagionali.

Il tenore del bitume da mescolare negli impasti espresso in % del peso secco degli aggregati deve essere:

- per lo strato di collegamento: 4.5-6%;
- per lo strato di usura: 5.5-7.5%

Il dosaggio del bitume verrà stabilito in base a prove sperimentali sul miscuglio di aggregante scelto per l'impiego.

Il conglomerato bituminoso destinato alla formazione degli strati di collegamento ed usura deve possedere una stabilità Marshall non inferiore, rispettivamente, a 900 e 1200 daN, nonché uno scorrimento compreso fra 1 e 4 mm per il primo e fra 1 e 3.5 mm per il secondo, determinati secondo la prova Marshall a 60°C (C.N.R. B.U. n.30) con costipamento di 75 colpi di maglio per faccia.

Si richiede inoltre, sia per lo strato di collegamento che per quello di usura, una percentuale dei vuoti residui compresa tra il 3 e 7 %, verificata su provini confezionati con materiale prelevato alla stesa ed immediatamente costipato.

Il conglomerato per lo strato di usura deve avere elevatissima resistenza meccanica interna e all'usura superficiale, sufficiente ruvidità delle superficie, grande stabilità e compattezza, impermeabilità praticamente totale.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 160 °C.

In corrispondenza dei giunti di ripresa del lavoro e dei giunti longitudinali tra due strisce adiacenti si deve procedere alla spalmatura con uno strato di bitume a caldo allo scopo di assicurare impermeabilità e adesione alle superfici di contatto; ogni giunzione deve essere battuta e finita con appositi pestelli a base rettangolare opportunamente scaldati.

La cilindratura deve essere continuata fino ad ottenere un sicuro costipamento. La superficie, a compattazione avvenuta, dovrà presentarsi priva di ondulazioni; un'asta rettilinea, lunga 4 m posta sulla superficie pavimentata, dovrà aderirvi con uniformità. Solo su qualche punto sarà tollerato uno

scostamento non superiore a 4 mm.; il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome previste dal progetto.

18.2.1.2 *Controlli in corso d'opera*

Sarà effettuato un prelievo per ogni giorno di posa sia per il binder che per lo strato di usura. Sul materiale prelevato a caldo all'atto della stesa saranno effettuate, presso un laboratorio ufficiale, le seguenti prove:

- tenore di bitume;
- analisi granulometrica;
- stabilità e densità Marshall;
- indice dei vuoti.

Dopo il costipamento saranno effettuati dei controlli sul materiale in opera, in ragione di un prelievo, ottenuto per carotaggio, ogni 500 m^2 di superficie; sarà verificato il grado di costipamento, che dovrà essere non inferiore al 98% a quello ottenibile con la prova Marshall, e la percentuale dei vuoti residui, che dovrà essere non superiore, rispettivamente, all'8 % per il binder ed al 7 % per il tappeto d'usura.

18.2.1.3 *Pavimentazione per marciapiede con asfalto colato*

La pavimentazione dei marciapiedi sarà costituita da uno strato di asfalto colato dello spessore di 20 mm da porre in opera, come specificato in seguito, sopra un sottofondo in misto cementato adeguatamente costipato.

Alla pavimentazione sarà dato di regola, a meno di diverse indicazioni della Direzione Lavori, profilo a falda piana con pendenza costante dell'1 % verso il ciglio laterale.

L'asfalto colato sarà ottenuto aggiungendo adatti aggregati minerali ad un mastice bituminoso di opportune caratteristiche. La sua composizione sarà la seguente:

- aggregato trattenuto allo staccio n° 10: 30 ÷ 50 % in peso;
- aggregato passante allo staccio n° 10 e trattenuto allo staccio n° 200: 20 ÷ 35 % in peso;
- aggregato passante allo staccio n° 200: 15 ÷ 35 % in peso;
- bitume a penetrazione 40 – 50: 8 ÷ 11 % in peso;
- diametro massimo dell'inerte: 5 mm.

La prova di rammollimento dovrà fornire un risultato compreso fra 72° e 85° C.

Lo strato di asfalto sarà steso ad una temperatura di almeno 160°, in un unico strato, a mezzo di apposite spatole di legno. L'intera superficie del manto, immediatamente dopo la stesa, dovrà essere ricoperta di graniglia fine, perfettamente pulita e lavata, e di granulazione compresa tra 1 e 3 mm.

Il sottofondo dovrà essere livellato, ben costipato e con una superficie perfettamente parallela a quella prevista per il manto colato.

18.3 Oneri specifici dell'Appaltatore

Oltre a tutti gli oneri di cui al presente capitolato speciale sono a completo carico dell'Impresa perché compresi e compensati nei prezzi degli articoli relativi alla realizzazione degli interventi tutti gli oneri, nessuno escluso, per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, tra cui, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- effettuare le lavorazioni anche con soluzione di continuità;
- provvedere alla mobilitazione di attrezzature in numero, potenza e capacità operativa tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti; le attrezzature dovranno essere altresì le più idonee alle condizioni ambientali;
- adottare tutti gli accorgimenti necessari ad attenuare i disturbi alle persone derivanti dalle polveri e dai rumori connessi alle attività in corso, e ad evitare danni a opere e manufatti preesistenti;
- eseguire tutti i controlli e le prove prescritti dal presente Capitolato, così come quelli integrativi che a giudizio della Direzione Lavori, si rendessero necessari per garantire le qualità e le caratteristiche prestazionali previste nel progetto;
- realizzare tutte le opere provvisionali che si rendesse necessario costruire per la presenza vicino all'opera di fabbricati e/o manufatti;
- adottare tutti i provvedimenti previsti nel piano di sicurezza e coordinamento;
- riparazione di eventuali danni causati, nonché le prestazioni di personale idoneo nel caso di necessità;
- gli oneri derivanti dalle interruzioni dei cicli di lavoro e dei fermi di cantiere conseguenti, che a titolo esemplificativo possono essere: l'adozione di interventi conservativi di preconsolidamento e precontenimento, la presenza di venute di acqua anche molto forti, guasti delle attrezzature, mancanza di energia, montaggio e smontaggio di macchine e di attrezzature effettuate anche in galleria, pozzi o cunicoli, ecc.

ART. 19. FONDAZIONI E SOTTOFONDI STRADALI

19.1 Campi di impiego

Si prevede la esecuzione di fondazioni e sottofondi stradali per il ripristino della viabilità intorno alle stazioni e per la realizzazione delle opere di finitura superficiali.

19.2 Specifiche tecniche

19.2.1 Normative e Raccomandazioni di riferimento

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti leggi e raccomandazioni:

- D.M. 17/01/2018: Norme Tecniche por le Costruzioni;
- Norme UNI EN 13242:2008;
- Norme UNI EN 13285:2018.

19.2.2 Descrizione e modalità esecutive

19.2.2.1 *Generalità*

Per quanto riguarda tutti gli aspetti normativi e di prescrizione sui materiali, sull'esecuzione ed il controllo dei lavori stradali non contenuti nelle presenti specifiche, si rimanda al capitolo delle "Prescrizioni e norme per l'applicazione" del Comune di Genova.

Le ghiaie da impiegarsi dovranno essere costituite da elementi omogenei derivati da rocce durissime di tipo costante, e di natura consimile fra loro, escludendosi quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica o sfaldabili facilmente o gelive o rivestite di incrostazioni.

Il pietrisco, il pietrischetto e la graniglia dovranno provenire dalla spezzatura di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto, alla abrasione, al gelo ed avranno spigolo vivo e dovranno essere scevri di materie terrose, sabbia o comunque materie eterogenee. Sono escluse le rocce marnose.

Qualora la roccia provenga da cave nuove o non accreditate da esperienze specifiche di enti pubblici e che per natura e formazione non diano affidamento sulle sue caratteristiche, è necessario effettuare su campioni prelevati in cava, che siano significativi ai fini della coltivazione della cava, prove di compressione e di gelività.

Tutti i materiali e le forniture occorrenti per i lavori proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché ad insindacabile giudizio della D. L. ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti.

Qualora in corso di coltivazione delle cave o di esercizio delle fabbriche, degli stabilimenti, dei depositi, ecc., i materiali non fossero più corrispondenti ai requisiti prescritti, ovvero venissero a mancare e l'Appaltatore fosse obbligato a ricorrere ad altre cave, stabilimenti, fabbriche, depositi, ecc., in località diverse ed a diverse distanze o da diverse provenienza, resteranno invariati sia i prezzi stabiliti in elenco che tutte le prescrizioni che si riferiscono alla qualità e dimensione dei singoli materiali.

L'Appaltatore è obbligato a notificare alla D.L., in tempo utile, ed in ogni caso almeno 15 giorni prima dell'impiego, la provenienza dei materiali e delle forniture per il prelevamento dei campioni da sottoporre, a spese dell'Appaltatore, alle prove e verifiche che la Committente, o per essa la Direzione Lavori, ritenesse necessarie prima di accettarli. Uguale obbligo ha l'Appaltatore nel caso di eventuali successive modifiche dei luoghi di provenienza dei materiali o delle forniture in genere.

In correlazione a quanto prescritto circa la qualità e le caratteristiche dei materiali e delle forniture in genere, l'Appaltatore è obbligato a prestarsi in ogni tempo a tutte le prove dei materiali e delle forniture, da impiegarsi o che abbiano già trovato impiego.

Tutte le spese di prelevamento e di invio dei campioni ai laboratori, nonché le spese per le occorrenti sperimentazioni, saranno a carico dell'Appaltatore. Le prove suddette, se necessario, potranno essere ripetute anche per materiali e forniture della stessa specie e provenienza, sempre a spese dell'Appaltatore.

L'esito favorevole delle prove, anche se effettuato in cantiere non esonera l'Appaltatore da ogni responsabilità nel caso che, nonostante i risultati ottenuti, non si raggiungano nelle opere finite i prescritti requisiti. Potrà essere ordinata la conservazione dei campioni, debitamente etichettati e muniti dei sigilli e delle firme del D. L. e dell'Appaltatore, atti a garantirne l'autenticità.

I materiali suindicati, le sabbie e gli additivi dovranno corrispondere alle norme di accettazione del fascicolo n. 4 ultima edizione, del Consiglio Nazionale delle Ricerche. Rispetto ai crivelli UNI 2334, i pietrischi saranno quelli passanti dal crivello 71 UNI e trattenuti dal crivello 25 UNI, i pietrischetti quelli passanti dal crivello 25 UNI e trattenuti dal crivello 10 UNI; le graniglie quelle passanti dal crivello 10 UNI e trattenute dallo staccio 2 UNI 2332.

19.2.2.2 *Trattamento del piano di posa della fondazione stradale*

Il piano di posa della fondazione stradale, ove questo non appartenga ad un rilevato, dovrà essere costituito da materiali appartenenti ai gruppi A1, A2-4 ed A2-5 della classificazione CNR UNI 13285 e 13242 e dovrà essere costipato fino al raggiungimento di una densità pari al 95% di quella ottenibile con il metodo AASHTO modificato; inoltre è richiesto un modulo di deformazione $M_d \geq 500$ Kg/cm^2 per un intervallo tra 1,5 e 2,5 Kg/cm^2.

Qualora il materiale costituente il sottofondo non dovesse appartenere ad alcuna delle classi richieste si dovrà procedere alla sua bonifica, per uno spessore minimo di 30 cm, sostituendo il materiale in situ con altro proveniente esclusivamente da cava di prestito ed avente le medesime caratteristiche indicate in precedenza.

19.2.2.3 *Sottofondazione e fondazione stradale in misto stabilizzato*

La fondazione delle pavimentazioni stradali sarà eseguita con misto di cava avente, in via di massima, dimensioni convenientemente assortite.

La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di fare allontanare o di allontanare, a tutte cure e spese dell'Impresa, dalla sede stradale il materiale di qualità scadente; altrettanto dicasi nel caso che il detto materiale non fosse messo in opera con le cautele e le modalità che saranno prescritte dalla Direzione dei Lavori, come pure per tutti gli altri materiali e prodotti occorrenti per la formazione delle massicciate e pavimentazioni in genere.

Ai fini dell'accettazione del materiale costituente la fondazione stradale da parte della Direzione Lavori, si richiede preventivamente la verifica del suddetto materiale presso un laboratorio ufficiale il quale, dietro richiesta dell'Appaltatore sottoscritta dalla D.L., ne stabilisca la classificazione secondo la normativa CNR UNI 13285 e 13242 ed emetta una dichiarazione che attesti l'idoneità del suddetto materiale all'uso richiesto.

Al termine delle operazioni di posa in opera saranno eseguite le seguenti prove in sito nei punti indicati dalla D.L.; si richiede il modulo di deformazione Md $\geq$ 800 Kg/cm^2 per un intervallo di σ tra 1.5 $\div$ 2.5 Kg/cm^2. Si richiede inoltre il raggiungimento di una densità in situ maggiore o uguale al 95% della prova AASHTO modificata.

19.2.2.4 *Sottofondazione e fondazione stradale in misto cementato*

19.2.2.4.1 Descrizione

Gli strati in misto cementato per fondazione o per base sono costituiti da un misto granulare di ghiaia (o pietrisco) e sabbia impastato con cemento e acqua in impianto centralizzato a produzione continua con dosa- tori a peso o a volume. Gli strati in oggetto avranno lo spessore indicato in progetto o che sarà prescritto dalla Direzione dei Lavori.

Comunque si dovranno stendere strati il cui spessore finito non risulti superiore a 20 cm o inferiore a 10 cm.

19.2.2.4.2 Caratteristiche dei materiali da impiegarsi

Inerti. Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava o di fiume con percentuale di frantumato complessivo compresa tra il 30% ed il 60% in peso sul totale degli inerti (la D .L. potrà permettere l'impiego di quantità di materiale frantumato superiore al limite stabilito; in questo caso la miscela dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione ed a trazione a 7 giorni; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante al setaccio 0,075 mm) aventi i seguenti requisiti:

7. l'aggregato deve avere dimensioni non superiori a 40 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
8. granulometria, a titolo orientativo, compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Miscela passante: % totale in peso
Crivello 40	100
Crivello 30	80÷100
Crivello 25	72÷90
Crivello 15	53÷70
Crivello 10	40÷55
Crivello 5	28÷40
Setaccio 2	18÷30
Setaccio 0,4	8÷18
Setaccio 0,18	6÷14
Setaccio 0,075	5÷10

9. perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 -AASHO T 96, inferiore o uguale al 30%;
10. equivalente in sabbia compreso tra 30 e 60;
11. indice di plasticità non determinabile (materiale non plastico).

L'Impresa, dopo avere eseguito prove in laboratorio, dovrà proporre alla Direzione dei Lavori la composizione da adottare e successivamente l'osservanza della granulometria dovrà essere assicurata con esami giornalieri.

Verrà ammessa una tolleranza di ± 5% fino al passante al crivello 5 e di ± 2% per il passante al setaccio 2 e inferiori.

Legante. Verrà impiegato cemento di tipo normale (Portland, pozzolanico, d'alto forno). A titolo indicativo la percentuale di cemento in peso sarà compresa tra il 2,5% e il 3,5% sul peso degli inerti asciutti.

Acqua. Dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento con una variazione compresa entro ± 2% del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

19.2.2.4.3 Miscela- Prove di laboratorio e in sito.

La percentuale esatta di cemento e di acqua saranno stabilite in relazione alle prove di resistenza appresso indicate.

Resistenza. Verrà eseguita la prova di resistenza a compressione ed a trazione sui provini cilindrici confezionati entro stampi C.B.R. (C.N.R. - U.N.I. 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3242 cm^3); per il confezionamento dei provini gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio. Tale eccedenza dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di 17,78 cm.

La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli inerti, mescolandole tra loro, con il cemento e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino. Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello U.N.I. 25 mm (o setaccio ASTM 3/4") allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.

La miscela verrà costipata su 5 strati con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHO T 180 e a 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diame- tro pestello mm 50,8 peso pestello Kg 4,54, altezza di caduta cm 45,7).

I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 ore e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 20°C); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

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

Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante. I provini confezionati come sopra detto dovranno avere resistenze a compressione a 7 giorni non minori di 2,5 N/mm^2 e non superiori a 4,5 N/mm^2 e a trazione secondo la prova «brasiliana» non inferiore a 0,25 N/mm^2. Questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di ± 15%, altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver

scartato il valore anomalo. Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelte la curva, la densità e le resistenze di progetto da usare come riferimento nelle prove di controllo.

19.2.2.4.4 Preparazione

La miscela verrà confezionata in appositi impianti centralizzati con dosatori a peso o a volume. La dosatura dovrà essere effettuata sulla base di un minimo di tre assortimenti, il controllo della stessa dovrà essere eseguito almeno ogni 1500 m³ di miscela.

19.2.2.4.5 Posa in opera

La miscela verrà 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.

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli lisci vibranti o rulli gommati (oppure rulli misti vibranti e gommati) tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla D.L. su una stesa sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (Prova di costipamento).

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambienti inferiori a 0°C e superiori a 25°C ne sotto pioggia. Potrà tuttavia essere consentita la stesa a temperature comprese tra i 25°C e i 30°C. In questo caso, però, sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di miscelazione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato. Infine le operazioni di costipamento e di stesa dello strato di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature di 15°C + 18°C ed umidità relative del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relative anch'esse crescenti; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15%, in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione del getto.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma 1 ÷ 2 ore per garantire la continuità della struttura.

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

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

Non saranno eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa. Il transito di cantiere sarà ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati.

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

19.2.2.4.6 Protezione superficiale

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura, dovrà essere eseguito lo stendimento di un velo protettivo di emulsione bituminosa al 55% in ragione di 1 ÷ 2 Kg/m², in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto ed il successivo spargimento di sabbia.

19.2.2.4.7 Norme di controllo delle lavorazioni e di accettazione

La resistenza a compressione ed a trazione verrà controllata su provini confezionati e stagionati in maniera del tutto simile a quelli di studio preparati in laboratorio, prelevando la miscela durante la stesa e prima del costipamento definitivo, nella quantità necessaria per il confezionamento dei sei provini (tre per le rotture a compressione e tre per quelle a trazione) previa la vagliatura al crivello da 25 mm. Questo prelievo dovrà essere effettuato almeno ogni 1500 m³ di materiale costipato.

La resistenza a 7 giorni di ciascun provino, preparato con la miscela stesa, non dovrà discostarsi da quella di riferimento preventivamente determinato in laboratorio di oltre ± 20%; comunque non dovrà mai essere inferiore a 2,5 N/mm² per la compressione e 0,25 N/mm² per la trazione.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza, disposto secondo due direzioni ortogonali, e tale scostamento non potrà essere che saltuario. Qualora si riscontri un maggior scostamento dalla sagoma di progetto, non è consentito il ricarico superficiale e l'Impresa dovrà rimuovere a sua totale cura e spese lo strato per il suo intero spessore.

19.2.2.5 *Formazione di sottofondo per marciapiede*

Per la realizzazione del sottofondo dei marciapiedi potrà essere utilizzato un misto di cava, opportunamente additivato con cemento pozzolanico tipo 32.5 R in ragione del 6% del peso di 1 m³ di misto stabilizzato. Il materiale, una volta in opera, dovrà essere adeguatamente addensato con appositi costipatori manuali.

19.2.2.6 *Fondazione stradale in conglomerato bituminoso*

19.2.2.6.1 Generalità

Lo strato di base è costituito da un misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo (secondo le definizioni riportate nell'articolo 1 delle Norme CNR sui materiali stradali - fascicolo IV/1953), dello spessore finito di 15 cm, impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con idonei rulli, vibranti metallici o gommati.

19.2.2.6.2 Inerti

I requisiti di accettazione degli inerti impiegati nei conglomerati bituminosi per lo strato di base dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle norme CNR – 1953 – Categoria IV.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle norme CNR - 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta con metodo Los Angeles secondo le norme B.U. CNR n. 34 (28 - 3 - 1973) anziché col metodo DEVAL. L'aggregato grosso sarà costituito da frantumati (nella misura che di volta in volta sarà stabilita a giudizio della Direzione Lavori e che comunque non potrà essere inferiore al 30% della miscela degli inerti) e da ghiaie che dovranno avere una perdita di peso alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature, inferiore al 30%.

In ogni caso gli elementi dell'aggregato dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei, inoltre non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare. L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali e di frantumazione (la percentuale di queste ultime sarà prescritta di volta in volta dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di scorrimento delle prove Marshall, ma comunque non dovrà essere inferiore al 30% della miscela delle sabbie) che dovranno avere un equivalente in sabbia determinato secondo norma B.U. CNR n. 27, 30 – 3 - 1972) superiore a 40.

Gli eventuali additivi, provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idraulica, polveri d'asfalto, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- setaccio UNI 0,18 (ASTM n. 80): % passante in peso 100;
- setaccio UNI 0,075 (ASTM n. 200): % passante in peso 80.

19.2.2.6.3 Legante

II bitume dovrà essere del tipo di penetrazione 60-70. Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei bitumi" del C.N.R. - fasc. II/1951, ed il punto di rammollimento dovrà essere compreso fra 47°C e 56°C. Per la valutazione delle caratteristiche di penetrazione, punto di rammollimento P.A., si useranno rispettivamente le seguenti normative: B.U. CNR n. 24 (29-I2-I97I); B.U. CNR n. 35 (22- 11 - 1973); B.U. CNR n. 43 (6-6-1974); B.U. CNR n. 44 (29-10-1974); B.U. CNR n. 50 (17-3-I976).
Il bitume dovrà avere inoltre un indice di penetrazione, calcolato con la formula appresso riportata, compreso fra - 1,0 e + 1,0:

$$\text{indice di penetrazione} = \frac{20\,u - 500\,v}{u + 5Ov}$$

dove:

u = temperatura di rammollimento alla prova "palla – anello" in °C – 25 °C;
v = log. 800 - log. penetrazione bitume in dmm a 25°C.

19.2.2.6.4 Miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci U.N.I.		Passante % totale in peso
Crivello	40	100
Crivello	30	80 - 100
Crivello	25	70 - 95
Crivello	15	45 - 70
Crivello	10	35 – 60
Crivello	5	25 - 50
Setaccio	2	20 - 40
Setaccio	0,4	6 - 20
Setaccio	0,18	4 - 14
Setaccio	0,075	4 - 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 3,5% e il 5% riferito al peso totale degli aggregati.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

il valore della stabilità Marshall - Prova B.U. CNR n. 30 (15-3-1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 800 kg; inoltre il valore della rigidezza Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 250; gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa fra 4% e 8%.

I provini per le misure di stabilità e rigidezza anzidette dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa.

La temperatura di compattazione dovrà essere uguale o superiore a quella di stesa; non dovrà però superare quest'ultima di oltre 10°C.

19.2.2.6.5 Controllo dei requisiti di accettazione

L'Impresa ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante, per la relativa accettazione.

L'Impresa è poi tenuta a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Una volta accettata dalla D.L. la composizione proposta, l'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri. Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso superiore a ± 5 e di sabbia superiore a ± 3 sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di ± 1,5 sulla percentuale di additivo.

Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita di ± 0,3. Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito.

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

19.2.2.7 *Preparazione delle miscele*

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

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

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante, comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 20 secondi.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 150 e 170°C, e quella del legante tra 150 e 180°C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori. 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.

19.2.2.8 *Posa in opera*

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati nei precedenti articoli relativi alle fondazioni stradali.

Prima della stesa del conglomerato sulla fondazione, per garantire l'ancoraggio, si dovrà dare una mano di attacco di emulsione bituminosa, tipo ER 55 o ER 60, in ragione di 1,0 Kg/m^2.

Procedendo alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,7 kg/m^2.

La posa in opera dei conglomerati biturninosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

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

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di 2 o più finitrici. Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 130°C.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa in presenza di condizioni meteorologiche sfavorevoli: pioggia, temperatura ambiente inferiore a 10°, piano di posa bagnato o umido. Gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità. La compattazione sarà realizzata a mezzo di idonei rulli, statici o vibranti, in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Al termine della compattazione lo strato di base dovrà essere sagomato secondo i profili e le pendenze prescritte dai disegni progettuali oppure dalla D.L., così che il successivo strato di binder possa essere costante.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata a ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente.

Solo su qualche punto eccezionale sarà tollerato un distacco, purché non superiore a 5 mm.

19.2.2.9 *Controlli in corso d'opera*

Sarà effettuato un prelievo per ogni giorno di posa dello strato di base. Sul materiale prelevato a caldo alla stesa saranno effettuate, presso un laboratorio ufficiale, le seguenti prove:

- tenore di bitume;
- analisi granulometrica;
- stabilità e densità Marshall;
- indice dei vuoti.

Dopo il costipamento saranno effettuati dei controlli sul materiale in opera, in ragione di un prelievo ottenuto per carotaggio ogni 500 m^2 di superficie; sarà verificato il grado di costipamento, che dovrà essere non inferiore al 95% a quello ottenibile con la prova Marshall, e la percentuale dei vuoti residui, che dovrà essere non superiore al 10%.

19.3 Oneri specifici dell'Appaltatore

Oltre a tutti gli oneri di cui al presente capitolato speciale sono a completo carico dell'Impresa perché compresi e compensati nei prezzi degli articoli relativi alla realizzazione degli interventi tutti gli oneri, nessuno escluso, per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, tra cui, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- effettuare le lavorazioni anche con soluzione di continuità;
- provvedere alla mobilitazione di attrezzature in numero, potenza e capacità operativa tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti; le attrezzature dovranno essere altresì le più idonee alle condizioni ambientali;
- adottare tutti gli accorgimenti necessari ad attenuare i disturbi alle persone derivanti dalle polveri e dai rumori connessi alle attività in corso, e ad evitare danni a opere e manufatti preesistenti;
- eseguire tutti i controlli e le prove prescritti dal presente Capitolato, così come quelli integrativi che a giudizio della Direzione Lavori, si rendessero necessari per garantire le qualità e le caratteristiche prestazionali previste nel progetto;
- realizzare tutte le opere provvisionali che si rendesse necessario costruire per la presenza vicino all'opera di fabbricati e/o manufatti;
- adottare tutti i provvedimenti previsti nel piano di sicurezza e coordinamento;
- riparazione di eventuali danni causati, nonché le prestazioni di personale idoneo nel caso di necessità;
- gli oneri derivanti dalle interruzioni dei cicli di lavoro e dei fermi di cantiere conseguenti, che a titolo esemplificativo possono essere: l'adozione di interventi conservativi di preconsolidamento e precontenimento, la presenza di venute di acqua anche molto forti, guasti delle attrezzature, mancanza di energia, montaggio e smontaggio di macchine e di attrezzature effettuate anche in galleria, pozzi o cunicoli, ecc.

ART. 20. SISTEMAZIONI ESTERNE

20.1 Premessa

20.1.1 Premessa generale

La società Systra Sotecni S.p.A. ha affidato a LAND S.r.l. l'incarico per la redazione del progetto preliminare rafforzato e progetto definitivo esecutivo inerenti all'intervento della nuova linea metropolitana sopraelevata a Genova che collegherà il tratto Brignole-Molassana, denominate con l'appellativo "*SkyMetro di Val Bisagno*". Il progetto di inserimento paesaggistico partirà dal presupposto che lo sviluppo progettuale debba dar forza al rapporto tra la forma fisica del luogo e il suo contesto sociale, economico e culturale. L'intervento acquisirà ancor più valore se contestualizzato nella vera e propria sfida della città di Genova: la ricerca di una identità più ecologica, più economica, più sociale. Un obiettivo ambizioso, verso uno sviluppo urbano sostenibile e verde, che possa saldare un nuovo patto tra uomo e natura, recuperando i propri ecosistemi e i valori del territorio, proteggendo, connettendo, riqualificando. La nuova infrastruttura potrà essere così concepita come straordinaria opportunità per ricucire ambiente e paesaggio urbano, con l'ambizione di promuovere una cultura nuova nella realizzazione delle infrastrutture, che generi ricadute positive e durevoli sul territorio: il paesaggio e l'infrastruttura non saranno più concepiti come due opposti, bensì come termini di un processo unitario. L'intervento ambirà a configurarsi come una infrastruttura in grado di immaginare e ridefinire le relazioni territoriali, promuovendo e valorizzando un network di spazi pubblici urbani interconnessi anche attraverso percorsi per la mobilità lenta. In quest'ottica integrata, e nel pieno rispetto dei presupposti del progetto posto a base gara, l'approccio al progetto definirà una linea d'azione unitaria e unificante i diversi elementi: ambiente, infrastruttura e sinergie con il territorio.

La migliore integrazione permetterà di migliorare la connessione tra sponda destra e sinistra del torrente Bisagno e a più larga scala, creare connessioni con il territorio e avviare processi di appropriazione e riconoscimento dell'opera da parte dei fruitori, con benefici allargati. A questo si aggiungono criteri di durabilità dei materiali ed agevole manutenzione delle opere al fine di assicurare la migliore evoluzione del sistema.

20.1.2 Obiettivi e struttura del documento

Il presente disciplinare approfondisce le forniture, i lavori e le opere più in dettaglio elencate e descritte nei paragrafi e nei capitoli seguenti nonché negli elaborati grafici di progetto. Il tutto per dare, perfettamente finite e compiute a regola d'arte, le opere di sistemazione superficiale degli ambiti a verde del progetto.

Per quanto non descritto nel presente documento, si rimanda in primo luogo al resto di disciplinari inclusi all'interno del corpo progettuale.

20.1.3 Documenti allegati

Codifica elaborato	Titolo
MGE1PRLVURBCOMR001-00	STUDIO DI INSERIMENTO URBANISTICO

MGE1PRLVURBCOMR002-00	RELAZIONE DELLE OPERE PAESAGGISTICHE
MGE1PRLVURBSROT001-00	STAZIONE ROMAGNOSI - PLANIMETRIA ANTE E POST OPERAM
MGE1PRLVURBSPAT001-00	STAZIONE PARENZO - PLANIMETRIA ANTE E POST OPERAM
MGE1PRLVURBSSTT001-00	STAZIONE STAGLIENO - PLANIMETRIA ANTE E POST OPERAM
MGE1PRLVURBSGUT001-00	STAZIONE GUGLIEMETTI - PLANIMETRIA ANTE E POST OPERAM
MGE1PRLVURBSGOT001-00	STAZIONE SAN GOTTARDO - PLANIMETRIA ANTE E POST OPERAM
MGE1PRLVURBSMOT001-00	STAZIONE MOLASSANA - PLANIMETRIA ANTE E POST OPERAM
MGE1PRLVURBCOMT004-01	TRATTO 1/16 DEL TRACCIATO SKYMETRO – PLANIMETRIA DELLE OPERE A VERDE
MGE1PRLVURBCOMT004-02	TRATTO 2/16 DEL TRACCIATO SKYMETRO – PLANIMETRIA DELLE OPERE A VERDE
MGE1PRLVURBCOMT004-03	TRATTO 3/16 DEL TRACCIATO SKYMETRO – PLANIMETRIA DELLE OPERE A VERDE
MGE1PRLVURBCOMT004-04	TRATTO 4/16 DEL TRACCIATO SKYMETRO – PLANIMETRIA DELLE OPERE A VERDE
MGE1PRLVURBCOMT004-05	TRATTO 5/16 DEL TRACCIATO SKYMETRO– PLANIMETRIA DELLE OPERE A VERDE
MGE1PRLVURBCOMT004-06	TRATTO 6/16 E 7/16 DEL TRACCIATO SKYMETRO – PLANIMETRIA DELLE OPERE A VERDE
MGE1PRLVURBCOMT004-07	TRATTO 8/16, 9/16 E 10/16 DEL TRACCIATO SKYMETRO – PLANIMETRIA DELLE OPERE A VERDE
MGE1PRLVURBCOMT004-08	TRATTO 11/16 E 12/16 DEL TRACCIATO SKYMETRO – PLANIMETRIA DELLE OPERE A VERDE
MGE1PRLVURBCOMT004-09	TRATTO 13/16 E 14/16 DEL TRACCIATO SKYMETRO – PLANIMETRIA DELLE OPERE A VERDE
MGE1PRLVURBCOMT004-10	TRATTO 15/16 E 16/16 DEL TRACCIATO SKYMETRO – PLANIMETRIA DELLE OPERE A VERDE
MGE1PRLVURBCOMT005-00	ABACO DEI DETTAGLI TIPOLOGICI – PAVIMENTAZIONI, CORDOLI E ARREDI
MGE1PRLVURBCOMT006-00	ABACO DEI DETTAGLI TIPOLOGICI – OPERE A VERDE

20.1.4 Quadro normativo

L'elenco riportato ha valore indicativo. L'appaltatore è comunque tenuto all'osservanza di tutte le norme, nazionali ed internazionali, applicabile ed in vigore al momento della realizzazione.

I lavori saranno eseguiti in accordo alle norme di legge, istruzioni e normative tecniche applicabili, nonché a tutte quelle indicate nel presente documento.

20.1.4.1 *Normativa Europea*

- Dir 98/56/CE relativa alla commercializzazione dei materiali di moltiplicazione delle piante ornamentali;
- Dir 1999/105/CE relativa alla commercializzazione dei materiali forestali di moltiplicazione;
- Dir 2002/89/CE concernente le misure di protezione contro l'introduzione e la diffusione nella Comunità di organismi nocivi ai vegetali o ai prodotti vegetali;
- Dir 2008/72/CE del Consiglio relativa alla commercializzazione delle piantine di ortaggi e dei materiali di moltiplicazione di ortaggi, ad eccezione delle sementi;
- Dir 2008/90/CE del Consiglio relativa alla commercializzazione dei materiali di moltiplicazione delle piante da frutto e delle piante da frutto destinate alla produzione di frutti.

20.1.4.2 *Normativa nazionale*

Le sistemazioni ambientali sono regolamentate dalle seguenti norme:

- Codice Civile: agli articoli 892 e seguenti stabilisce le distanze e le dimensioni massime che la vegetazione può raggiungere, in funzione della prossimità ai confini di proprietà;
- D.L. 30 aprile 1992 n. 285 e s.m.i. - Nuovo Codice della Strada: all'articolo 29, stabilisce l'obbligo per i proprietari confinanti di mantenere le siepi e la vegetazione latistante le strade entro i confini stradali, nonché la loro responsabilità in caso di danneggiamenti; all'articolo 31 estende la manutenzione obbligatoria e la responsabilità di danneggiamenti alle ripe confinanti con sedi stradali;
- D.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495 e s.m.i. - Regolamento di esecuzione ed attuazione del Codice della strada: agli articoli 26-27-28 stabilisce le fasce di rispetto per l'impianto di siepi vive e piantagioni rispetto al confine stradale;
- D.P.R. 17 luglio 1980, n. 753 - Nuove norme in materia di polizia, sicurezza e regolarità dell'esercizio delle ferrovie e di altri servizi di trasporto: stabilisce le distanze e le dimensioni massime che la vegetazione può raggiungere in funzione della prossimità alle ferrovie;
- Legge 22 maggio 1973, n. 269 - Disciplina della produzione e del commercio di sementi e piante da rimboschimento;
- Legge 20 aprile 1976, n. 195, recante modifiche e integrazioni alla legge 25 novembre 1971, n. 1096, sulla disciplina dell'attività sementiera;
- D.Lgs. 19 maggio 2000, n. 151 - Attuazione della direttiva 98/56/CE relativa alla commercializzazione dei materiali di moltiplicazione delle piante ornamentali;
- D.Lgs. 10 novembre 2003, n. 386 - Attuazione della direttiva 1999/105/CE. Ha abrogato la precedente normativa (Legge n. 269/73) ed ha introdotto nuove norme relative ai requisiti dei materiali forestali di base, alla licenza per la produzione, ai certificati di provenienza, alle modalità

di movimentazione ed identificazione dei materiali di moltiplicazione, ai requisiti per la commercializzazione, al registro dei materiali di base, ai controlli;

- D.Lgs 19 agosto 2005, n. 214 e s.m.i. - Attuazione della Direttiva 2002/89/CE concernente le misure di protezione contro l'introduzione e la diffusione nella Comunità di organismi nocivi ai vegetali o ai prodotti vegetali;
- D.Lgs del 3 aprile 2006 n. 152 e s.m.i. - Norme in materia ambientale;
- D.Lgs n. 81 del 2008 e s.m.i.: Testo Unico sulla Salute e Sicurezza sul Lavoro;
- D.Lgs. 75 del 29 aprile 2010: "Riordino e revisione della disciplina in materia di fertilizzanti a norma dell'articolo 13 della legge 7 luglio 2009, n. 88" che abroga e sostituisce il precedente D.Lgs. 217 del 29 04 2006;
- D.L. 31 maggio 2010, n. 78: "Misure urgenti in materia di stabilizzazione finanziaria e di competitività economica" convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122. Con tale decreto l'ENSE è stato soppresso e i compiti e le attribuzioni esercitati sono stati trasferiti all'INRAN;
- D.Lgs. 25 giugno 2010, n. 124 - Attuazione della direttiva 2008/90 relativa alla commercializzazione dei materiali di moltiplicazione delle piante da frutto destinate alla produzione di frutti (refusione);
- D.M. 27 settembre 2010 - Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica, in sostituzione D.L. 6 luglio 2012, n. 95 - "Disposizioni urgenti per la revisione della spesa pubblica con invarianza dei servizi ai cittadini". All'art. 12 ha disposto la chiusura immediata dell'INRAN, con il trasferimento al CRA delle funzioni e del personale relativo alla ricerca nel campo degli alimenti e della nutrizione ed il passaggio all'Ente Nazionale RISI delle competenze in materia di controllo e certificazione ufficiale delle sementi, acquisite a seguito della soppressione dell'ENSE;
- D.M. 5 febbraio 1998 e s.m.i. - Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del D.Lgs 5 febbraio 1997, n.22;
- D.L. 21 giugno 2013, n.69 - Disposizioni urgenti per il rilancio dell'economia;
- LEGGE 9 agosto 2013, n. 98 - Conversione, con modificazioni, del D.L 69/2013;
- D.L. 24 giugno 2014, n. 91 - "Disposizioni urgenti per il settore agricolo, la tutela ambientale e l'efficientamento energetico dell'edilizia scolastica e universitaria, il rilancio e lo sviluppo delle imprese, il contenimento dei costi gravanti sulle tariffe elettriche, nonché per la definizione immediata di adempimenti derivanti dalla normativa europea." - art.14 comma 8;
- D.Lgs. 14 agosto 2012, n. 150 "Attuazione della direttiva 2009/128/CE che istituisce un quadro per l'azione comunitaria ai fini dell'utilizzo sostenibile dei pesticidi";
- Decreto 22 gennaio 2014 "Adozione del Piano di azione nazionale per l'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari, ai sensi dell'articolo 6 del decreto legislativo 14 agosto 2012, n. 150 recante: «Attuazione della direttiva 2009/128/CE che istituisce un quadro per l'azione comunitaria ai fini dell'utilizzo sostenibile dei pesticidi»";
- D.M. 15 Febbraio 2017 recante "Adozione dei criteri ambientali minimi da inserire obbligatoriamente nei capitolati tecnici delle gare d'appalto per l'esecuzione dei trattamenti fitosanitari sulle o lungo le linee ferroviarie e sulle o lungo le strade";

- D.P.R. 13 Giugno 2017, n. 120: “Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164”;
- UNI EN 11235:2015 Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture a verde.
-
- Legge 1086/71, Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato.
- Legge 9.1.1989, n° 13. Disposizioni per favorire il superamento e l’eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati.
- D.M. (LL.PP.) 14.6.1989, n° 236. Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l’accessibilità, l’adattabilità e la visibilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell’eliminazione delle barriere architettoniche.
- Legge 10/91, Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale.
- Legge 5.2.1992, n° 104. Legge quadro per l’assistenza, l’integrazione sociale e i diritti delle persone handicappate.
- D.P.R. 24.7.1996, n° 503. Regolamento recante norme per l’eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici.
- D.P.R. 380 - 06/06/01 Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia.
- D. Lgs.42 del 22/01/2004 “Codice dei beni culturali e paesaggistici” e ss. mm.ii.;
- D.P.C.M. 12/12/2005 “Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica (…);
- Legge 09/01/2006, n.14 “Legge di ratifica ed esecuzione della Convenzione europea sul paesaggio”;
- D.P.R. 09/07/2010, n.139 “Regolamento recante procedimento semplificato di autorizzazione paesaggistica per gli interventi di lieve entità, a norma dell’articolo 146, comma 9, del D.Lgs.22 gennaio 2004, n.42, e ss..mm.ii. – Codice dei beni culturali e del paesaggio”;
- Decreto legge n.70/2011 “Modifiche al procedimento di autorizzazione paesaggistica circolare esplicativa (Ministero per i Beni e le Attività Culturali, Direzione Generale per il Paesaggio, le belle arti, l’architettura e l’arte contemporanee, circolare 08/11/2011 n.24”;
- Decreto legge n.5/2012 (portante modifiche alla legge 227/2001) “Semplificazioni in materia di agricoltura, specifiche norme sul restauro del paesaggio rurale”;
- D.P.R. 13/02/2017, n.31 “Regolamento recante individuazione degli interventi esclusi dall’autorizzazione paesaggistica o sottoposti a procedura autorizzatoria semplificata, introduce sostanziali modifiche alla normativa vigente in materia paesaggistica semplificata, e amplia le categorie di opere e interventi per i quali non è necessario acquisire l’autorizzazione paesaggistica”;
- D. Lgs. n.3 152/06 Codice dell’ambiente
- Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018: “Aggiornamento delle «Norme Tecniche per le Costruzioni»”, G.U. Serie Generale n.42 del 20.02.2008, Supplemento Ordinario n.8;

- Circolare 21 gennaio 2019 n.7" Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018";
- D.lgs. n. 36/2023 "Codice dei contratti pubblici"

20.1.4.3 *Norme tecniche di settore*

20.1.4.3.1 Opere paesaggistiche

Codice civile: agli articoli 892 e seguenti stabilisce le distanze e le dimensioni massime che la vegetazione può raggiungere, in funzione della prossimità ai confini di proprietà;

D.L. 30 aprile 1992 n. 285 e s.m.i. - Nuovo Codice della Strada: all'articolo 29, stabilisce l'obbligo per i proprietari confinanti di mantenere le siepi e la vegetazione latistante le strade entro i confini stradali, nonché la loro responsabilità in caso di danneggiamenti; all'articolo 31 estende la manutenzione obbligatoria e la responsabilità di danneggiamenti alle ripe confinanti con sedi stradali;

D.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495 e s.m.i. - Regolamento di esecuzione ed attuazione del Codice della strada: agli articoli 26-27-28 stabilisce le fasce di rispetto per l'impianto di siepi vive e piantagioni rispetto al confine stradale;

D.P.R. 17 luglio 1980, n. 753 - Nuove norme in materia di polizia, sicurezza e regolarità dell'esercizio delle ferrovie e di altri servizi di trasporto, stabilisce le distanze e le dimensioni massime che la vegetazione può raggiungere in funzione della prossimità alle ferrovie;

Legge 22 maggio 1973, n. 269 - Disciplina della produzione e del commercio di sementi e piante da rimboschimento;

Legge 20 aprile 1976, n. 195, recante modifiche e integrazioni alla legge 25 novembre 1971, n. 1096, sulla disciplina dell'attività sementiera;

D.Lgs. 19 maggio 2000, n. 151 - Attuazione della direttiva 98/56/CE relativa alla commercializzazione dei materiali di moltiplicazione delle piante ornamentali;

D.Lgs. 25 giugno 2010, n. 124 - Attuazione della direttiva 2008/90 relativa alla commercializzazione dei materiali di moltiplicazione delle piante da frutto destinate alla produzione di frutti (refusione);

D.Lgs. 10 novembre 2003, n. 386 - Attuazione della direttiva 1999/105/CE. Ha abrogato la precedente normativa (Legge n. 269/73) ed ha introdotto nuove norme relative ai requisiti dei materiali forestali di base, alla licenza per la produzione, ai certificati di provenienza, alle modalità di movimentazione e identificazione dei materiali di moltiplicazione, ai requisiti per la commercializzazione, al registro dei materiali di base, ai controlli;

D.Lgs 19 agosto 2005, n. 214 e s.m.i. - Attuazione della Direttiva 2002/89/CE concernente le misure di protezione contro l'introduzione e la diffusione nella Comunità di organismi nocivi ai vegetali o ai prodotti vegetali;

D.Lgs del 3 aprile 2006 n. 152 e s.m.i. - Norme in materia ambientale;

D.Lgs. 75 del 29 aprile 2010: “Riordino e revisione della disciplina in materia di fertilizzanti a norma dell'articolo 13 della legge 7 luglio 2009, n. 88” che abroga e sostituisce il precedente D.Lgs. 217 del 29 04 2006;

D.M. 27 settembre 2010 - Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica, in sostituzione - D.L. 6 luglio 2012, n. 95 - “Disposizioni urgenti per la revisione della spesa pubblica con invarianza dei servizi ai cittadini”. All’art. 12 ha disposto la chiusura immediata dell’INRAN, con il trasferimento al CRA delle funzioni e del personale relativo alla ricerca nel campo degli alimenti e della nutrizione ed il passaggio all’Ente Nazionale RISI delle competenze in materia di controllo e certificazione ufficiale delle sementi, acquisite a seguito della soppressione dell’ENSE;

D.L. 24 giugno 2014, n. 91 - “Disposizioni urgenti per il settore agricolo, la tutela ambientale e l'efficientamento energetico dell'edilizia scolastica e universitaria, il rilancio e lo sviluppo delle imprese, il contenimento dei costi gravanti sulle tariffe elettriche, nonché per la definizione immediata di adempimenti derivanti dalla normativa europea.” - art.14 comma 8;

D.Lgs. 14 agosto 2012, n. 150 “Attuazione della direttiva 2009/128/CE che istituisce un quadro per l'azione comunitaria ai fini dell'utilizzo sostenibile dei pesticidi”;

Decreto 22 gennaio 2014 “Adozione del Piano di azione nazionale per l’uso sostenibile dei prodotti fitosanitari, ai sensi dell’articolo 6 del decreto legislativo 14 agosto 2012, n. 150 recante: «Attuazione della direttiva 2009/128/CE che istituisce un quadro per l’azione comunitaria ai fini dell’utilizzo sostenibile dei pesticidi»”;

D.M. 15 febbraio 2017 recante “Adozione dei criteri ambientali minimi da inserire obbligatoriamente nei capitolati tecnici delle gare d’appalto per l’esecuzione dei trattamenti fitosanitari sulle o lungo le linee ferroviarie e sulle o lungo le strade”;

D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120: “Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164”.

20.2 Esecuzione delle categorie di lavoro

20.2.1 Opere preparatorie in piena terra

20.2.1.1 *Pulizia generale dell’area*

Prima di iniziare la realizzazione degli interventi previsti dal progetto, tutte le superfici interessate dovranno essere ripulite da materiali estranei (macerie, residui di oli, plastica, rottami, materiale metallico, ecc.), dalle infestanti e da tutti gli alberi e arbusti oggetto degli interventi di taglio selettivo e decespugliamento. Le stesse dovranno essere mantenute libere durante il corso dei lavori. In particolare, si dovrà prestare attenzione alla rimozione ed allontanamento dei residui delle lavorazioni edili. Quanto detto vale anche per i residui che si trovano a profondità che non interessano la stratigrafia di progetto. Particolare attenzione dovrà essere prestata alla rete tecnologica, se presente in loco. La D.L. con il supporto della D.A. impartirà le precauzioni necessarie ad un garantito successo dell’attecchimento e del successivo sviluppo degli impianti vegetali previsti. I materiali di risulta dovranno essere allontanati e portati ad appositi centri di smaltimento.

20.2.1.2 *Decespugliamento e sfalcio*

Le aree interessate da interventi di decespugliamento dovranno essere ripulite dalla vegetazione incongrua (infestante) tramite una serie di operazioni di rimozione, taglio ed asportazione del materiale arbustivo infestante od in contrasto con il progetto. Il taglio selettivo si configurerà come un'operazione di selezione degli individui esistenti, mirata ad una eliminazione dei soggetti arborei morti o deperienti o comunque senza avvenire, e/o, in alcuni casi, di rarefazione della vegetazione per apertura di spazi e visuali, come da indicazioni della D.L. Le indicazioni di selezione (soggetti da abbattere e quelli da conservare) saranno fornite, in loco, dalla D.L. con il supporto della D.A., o da un tecnico Agronomo o Forestale appositamente incaricato nel caso in cui la D.L. non sia rappresentata dalle suddette figure professionali. Le operazioni potranno essere effettuate mediante l'utilizzo di decespugliatori idonei od attrezzature manuali; in entrambi i casi si dovrà porre particolare attenzione ad evitare il danneggiamento della vegetazione conservata e della rinnovazione di specie autoctone attualmente in atto. Saranno eliminati, allontanati e trasportati ad appositi centri di smaltimento, i polloni soprannumerari e le infestanti.

20.2.1.3 *Materiali da riporto*

Il progetto prevede il reimpiego all'interno del cantiere del terreno scavato, pertanto esso, se non immediatamente utilizzabile, dovrà essere accatastato nelle aree previste dal progetto o indicate dal Direttore dei Lavori, in modo che lo stesso non costituisca intralcio ai diversi lavori previsti per la realizzazione delle Opere. I cumuli di terreno dovranno essere accatastati tenendo separate le frazioni provenienti da strati diversi (strato superficiale fertile e strati profondi) e con caratteristiche chimico-fisiche nettamente diverse. Il terreno fertile dovrà essere accatastato in cumuli non troppo voluminosi. L'Appaltatore dovrà inoltre rimuovere preventivamente dal terreno i materiali estranei eventualmente presenti (macerie, plastica, vetro, materiali metallici, ecc.) e i residui di vegetazione (erba, foglie, radici, ecc.). I materiali rimossi e separati dal terreno dovranno essere conferiti presso il deposito temporaneo dei rifiuti del cantiere e tenuti divisi per tipologie omogenee. Successivamente saranno avviati a recupero o smaltimento nel rispetto della normativa vigente. I successivi riporti del terreno preventivamente accatastato dovranno essere effettuati in modo da evitare il più possibile il compattamento del suolo. Il terreno scavato ed eventualmente destinato ad essere gestito come rifiuto dovrà essere stoccato nelle aree indicate dal Direttore dei Lavori in un unico cumulo. L'art. 4, Criteri per qualificare le terre e rocce da scavo come sottoprodotti del DPR 13 giugno 2017, n. 120 stabilisce i requisiti generali da soddisfare affinché le terre e rocce da scavo generate in cantieri non sottoposti a VIA e AIA, siano qualificati come sottoprodotti e non come rifiuti, nonché le disposizioni comuni ad esse applicabili. Il Capo I del DPR 13 Giungo 2017 n.120 definisce le procedure per garantire che la gestione e l'utilizzo delle terre e rocce da scavo come sottoprodotti avvenga senza pericolo per la salute dell'uomo e senza recare pregiudizio all'ambiente in attuazione dell'art. 184-bis, del dlgs 3 aprile 2006, n. 152. Ai sensi dell'art. 183, comma 1, lettera gg), del dlgs 3 aprile 2006, n. 152, le terre e rocce da scavo per essere qualificate sottoprodotti devono soddisfare i seguenti requisiti:

- sono generate durante la realizzazione di un'opera, di cui costituiscono parte integrante e il cui scopo primario non è la produzione di tale materiale;
- il loro utilizzo è conforme alle disposizioni del piano di utilizzo (art. 9 DPR 13 giugno 2017, n. 120) o della dichiarazione di utilizzo art. 21 dello stesso decreto, e si realizza:

- nel corso dell'esecuzione della stessa opera nella quale è stato generato o di un'opera diversa, per la realizzazione di reinterri, riempimenti, rimodellazioni, rilevati, miglioramenti fondiari o viari, recuperi ambientali oppure altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali;
- in processi produttivi, in sostituzione di materiali di cava;

- sono idonee ad essere utilizzate direttamente, ossia senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale;
- soddisfano i requisiti di qualità ambientale espressamente previsti dal Capo II o dal Capo III o dal Capo IV del DPR 13 giugno 2017, n. 120, per le modalità di utilizzo specifico di cui alla lettera b).

Nei casi in cui le terre e rocce da scavo contengano materiali di riporto, la componente di materiali di origine antropica frammisti ai materiali di origine naturale non può superare la quantità massima del 20% in peso, da quantificarsi secondo la metodologia di cui all'allegato 10. Oltre al rispetto dei requisiti di qualità ambientale di cui al comma 2, lettera d) del DPR 13 giugno 2017, n. 120, le matrici materiali di riporto sono sottoposte al test di cessione, effettuato secondo le metodiche di cui al decreto del Ministro dell'ambiente del 5 febbraio 1998, recante «Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero», pubblicato nel supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 88 del 16 aprile 1998, per i parametri pertinenti, ad esclusione del parametro amianto, al fine di accertare il rispetto delle concentrazioni soglia di contaminazione delle acque sotterranee, di cui alla Tabella 2, Allegato 5, al Titolo 5, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, o, comunque, dei valori di fondo naturale stabiliti per il sito e approvati dagli enti di controllo. L'art. 7, Dichiarazione di avvenuto utilizzo del DPR 13 giugno 2017, n. 120 esplicita la procedura da seguire in caso di utilizzo delle terre e rocce da scavo in conformità al piano di utilizzo o alla dichiarazione di utilizzo per i cantieri di piccole dimensioni di cui all'art. 21 del DPR 13 giugno 2017, n. 120. La dichiarazione di avvenuto utilizzo, redatta ai sensi dell'articolo 47 del decreto del Presidente della Repubblica 28 dicembre 2000, n. 445, è resa dall'esecutore o dal produttore con la trasmissione, anche solo in via telematica, del modulo di cui all'allegato 8 all'autorità e all'Agenzia di protezione ambientale competenti per il sito di destinazione, al comune del sito di produzione e al comune del sito di destinazione. La dichiarazione è conservata per cinque anni dall'esecutore o dal produttore ed è resa disponibile all'autorità di controllo. La dichiarazione di avvenuto utilizzo deve essere resa ai soggetti di cui al comma 2, entro il termine di validità del piano di utilizzo o della dichiarazione di cui all'allegato 7; l'omessa dichiarazione di avvenuto utilizzo entro tale termine comporta la cessazione, con effetto immediato, della qualifica delle terre e rocce da scavo come sottoprodotto.

20.2.1.4 *Scavi e riporti*

Prima di effettuare i riporti, l'Impresa è tenuta alla predisposizione delle seguenti operazioni:

- livellazione di precisione per la predisposizione dei capisaldi locali di quota a cui fare riferimento per i successivi rilievi planoaltimetrici;
- rilievo planoaltimetrico dell'area, basandosi sui capisaldi precedentemente stabiliti e rilevati;
- picchettazione degli scavi e riporti, o individuazione delle livellette successive, nella quantità minima di 1 picchetto ogni 200 metri quadrati o di una successione di livellette ogni 50 metri.

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 dei rilievi e della picchettazione saranno riportati su appositi elaborati che dovranno essere approvati dalla D.L. con il supporto della D.A.; 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.L./D.A. 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 il riporto di terra di coltivo è di cm 10 rispetto alle quote riportate per il 10% dei punti rilevati, di cm 5 rispetto alle quote riportate per il 30% dei punti rilevati e di cm 0 rispetto alle quote riportate per il restante 60% dei punti rilevati. Il livello da cui considerare le operazioni di riporto si attesta a -20 cm dal livello del finito della pavimentazione e saranno da tenere in considerazione gli scavi per le buche d'impianto degli alberi, che andranno maggiormente in profondità in base a quanto specificato negli elaborati. Il riporto andrà conseguito con terra di coltivo nello spessore di 20 cm e con terriccio.

20.2.1.5 *Terra di coltivo*

La terra di coltivo da utilizzare per il riporto dovrà provenire da aree a destinazione agraria ed essere sottoposta all'approvazione della D.L., 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 H2O) 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. La terra di coltivo dovrà essere impiegata per realizzare uno strato di 20 cm al di sopra del substrato e per le buche di impianto di alberature e arbusti. È auspicabile eseguire interventi di scotico per preservare lo strato superficiale fertile del terreno; tuttavia, questa operazione sarà limitata alle superfici a verdi esistenti con acclività accessibili e caratteristiche podologiche interessanti. L'accantonamento avverrà nell'area di cantiere in modo tale da non comprometterne le caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche.

20.2.2 Requisiti di accettazione dei materiali e delle forniture

20.2.2.1 *Caratteristiche generali e condizioni di accettazione*

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni del capitolato speciale d'appalto ed essere della migliore qualità: possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del direttore dei lavori; in caso di contestazioni, si procederà ai sensi dell'art. 205 D.Lgs. n. 50 del 18 aprile 2016 e s.m.i. 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'appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese. In caso di controversie, saranno osservate le norme UNI, CEI e CNR e di altri enti normatori ufficiali, le quali devono intendersi come requisiti minimi. Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme del CNR, verrà eseguito in contraddittorio e sarà appositamente verbalizzato. L'Appaltatore farà sì che tutti i materiali abbiano ad avere, durante il corso dei lavori, le medesime caratteristiche riconosciute ed accettate dalla D.L. con il supporto della D.A..

Ove l'appaltatore non effettui la rimozione dei materiali non idonei nel termine prescritto dal direttore dei lavori, la stazione appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'appaltatore, 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'appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri della stazione appaltante in sede di collaudo. L'appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità e redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite. Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessita 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. La direzione dei lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte dal capitolato speciale d'appalto ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'appaltatore. Qualora in corso di coltivazione di cave e di esercizio di fabbriche, stabilimenti ecc., i materiali e le forniture non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti, ovvero venissero a mancare e si presentasse quindi la necessità di cambiamenti negli approvvigionamenti, nessuna eccezione potrà accampare l'Appaltatore, né alcuna variazione dei prezzi, fermi restando gli obblighi di cui al primo capoverso. Le provviste non accettate dalle D.L.\D.A., in quanto ad insindacabile giudizio non riconosciute idonee, dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere, a cura e spese dell'Appaltatore, e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti. L'Appaltatore resta comunque totalmente responsabile in rapporto ai materiali forniti la cui accettazione, in ogni caso, non pregiudica i diritti che l'Amministrazione si riserva in sede di collaudo finale.

20.2.2.2 *Provvista dei materiali*

Se gli atti contrattuali non contengono specifica indicazione, l'appaltatore e 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'appaltatore dalla loro fornitura a pie 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'appaltatore deve dimostrare di aver pagato le indennità per le occupazioni temporanee o per i danni arrecati.

20.2.2.3 *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 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'appaltatore 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'appaltatore e obbligato 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 prescritte dal 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.

20.3 Pavimentazioni

20.3.1 Pulizia generale dell'area

Prima di iniziare la realizzazione degli interventi previsti dal presente progetto, tutte le superfici interessate dovranno essere ripulite da materiali estranei (macerie, residui di oli, plastica, rottami, materiale metallico, ecc.), dalle infestanti e da tutti gli alberi e arbusti oggetto degli interventi di rimozione. Le stesse dovranno essere mantenute libere durante il corso dei lavori.

In particolare, si dovrà prestare attenzione alla rimozione ed allontanamento dei residui delle lavorazioni edili. Quanto detto vale anche per i residui che si trovano a profondità che non interessano la stratigrafia di progetto. Particolare attenzione dovrà essere prestata alla rete tecnologica presente in loco. I materiali di risulta dovranno essere allontanati e portati ad appositi centri di smaltimento.

La D.LL. impartirà le precauzioni necessarie ad un garantito successo dell'attecchimento e del successivo sviluppo degli impianti vegetali previsti.

20.3.2 Opere preparatorie

Prima della realizzazione delle opere di pavimentazione necessarie alla formazione di percorsi e zone pavimentate, l'Impresa è tenuta alla predisposizione delle seguenti operazioni:

- picchettazione dell'andamento planoaltimetrico dei cordoli;
- picchettazione delle aree da pavimentare con delimitazione dei confini delle diverse tipologie di pavimentazioni.

I capisaldi, i picchetti o le livellette successive danneggiate o rimosse 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.

Per la realizzazione delle quote altimetriche è ammesso un errore massimo di cm 2 rispetto alle quote della pavimentazione sul 10% degli elementi controllati e di cm 1 rispetto alle quote della pavimentazione sul 20% degli elementi controllati. La tolleranza ammessa per le opere di pavimentazione è di cm 5 rispetto alle posizioni planimetriche riportate per il 10% dei punti controllati, di cm 2 rispetto alle posizioni planimetriche riportate per il 30% dei punti controllati e di cm 0 rispetto alle posizioni planimetriche riportate per il restante 60% degli dei punti; per le quote altimetriche è ammesso un errore massimo di cm 5 rispetto alle quote di progetto o successive modificazioni da parte della D.LL. sul 10% degli elementi controllati e di cm 2 rispetto alle quote di cui sopra.

Non sono ammessi andamenti non rettilinei o avvallamenti nelle aree pavimentate.

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.

20.3.3 Costipazione del terreno in situ

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

a) per le terre sabbiose o ghiaiose si dovrà provvedere al costipamento del terreno per uno spessore di almeno 25 cm con adatto macchinario fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco in sito, pari almeno al 95% di quello massimo ottenuto in laboratorio;

b) per le terre limose, in assenza d'acqua, si procederà come al precedente punto a);

c) per le terre argillose si provvederà alla stabilizzazione del terreno in sito, mescolando ad esso altro idoneo, in modo da ottenere un conglomerato a legante naturale, compatto ed impermeabile, dello spessore che verrà indicato volta per volta e costipato fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco pari al 95% del massimo ottenuto in laboratorio. Nel caso in cui le condizioni idrauliche siano particolarmente cattive, il provvedimento di cui sopra sarà integrato con opportune opere di drenaggio.

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

a) per terre sabbiose o ghiaiose si procederà al costipamento del terreno con adatto macchinario per uno spessore di almeno 25 cm, fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco pari all'85% del massimo ottenuto in laboratorio per rilevati aventi un'altezza da 0,50 m a 3 m, e pari all'80% per rilevati aventi un'altezza superiore a 3 m;

b) per le terre limose, in assenza di acqua, si procederà come indicato al punto a);

c) per le terre argillose si procederà analogamente a quanto indicato al punto c) del Capo A).

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

20.3.4 Requisiti del sottofondo

Il sottofondo è un elemento fondamentale nella realizzazione di pavimentazioni e sottofondazioni, le caratteristiche fisiche e prestazionali devono garantire una buona stabilità e soprattutto devono essere posati rispettando i livellamenti e le quote di progetto. Per quanto riguarda la scelta delle caratteristiche sia fisiche che prestazionali, queste dipendono da fattori imprescindibili dalla fase costruttiva. È necessario infatti stabilire, tramite test geologici e meccanici la qualità del terreno di sottofondo in cui si va ad intervenire per poter definire i requisiti delle caratteristiche fisico/prestazionali da soddisfare. Il sottofondo diventa un elemento stabilizzante su cui si poggia l'intera stratigrafia del pavimento oltre ad essere un elemento tecnico nella progettazione strutturale dell'opera deve rispondere ai requisiti di porosità complementari alla scelta del tipo di pavimentazione richiesta. In questo contesto si precisa che nella descrizione delle opere è possibile dare delle indicazioni di massima sulla granulometria e sulla prestazione dei materiali, rimandando alla D.LL. la verifica dei test da eseguire in cantiere la scelta del livello di stabilizzazione da raggiungere una volta verificata la consistenza del terreno sottostante.

Nello specifico si precisa che il sottofondo, dovrà essere eseguito come supporto uniforme al massetto e alla pavimentazione applicata su di esso pareggiando eventuali dislivelli. Una volta posato, deve essere completamente compatto, maturo, resistente alle sollecitazioni di compressione, stabile dimensionalmente.

Prima di procedere con la realizzazione del massetto di fondazione, la Direzione dei Lavori dovrà verificare che il sottofondo abbia una planarità adeguata a ricevere il massetto, per la quale è ammessa una tolleranza di 1,5 cm, rispettando lo spessore minimo del massetto, salvo diversa prescrizione. Inoltre, dovrà verificare che le pendenze siano adeguate e tali consentire la realizzazione di un massetto con spessore costante.

Generalmente si considera maturo un sottofondo leggero con massa volumica di circa 300 kg/m3, se trattiene una umidità residua massima del 12% ed analogamente si considera asciutto un sottofondo leggero o di circa 500 kg/m3 di densità contenente se trattiene una umidità residua massima del 8% (misurata con il metodo chimico).

Si precisa che la D.LL. dovrà fare riferimento alle prescrizioni dettate dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare con specifico riferimento ai Criteri Ambientali Minimi CAM definiti per le varie fasi del processo di acquisto, volti da individuare la soluzione progettuale, il prodotto o il servizio migliore sotto il profilo ambientale lungo il ciclo di vita, tenuto conto della disponibilità di mercato.

L'efficacia dei CAM è stata assicurata grazie all'art. 18 della L. 221/2015 e, successivamente, all'art. 34 recante "Criteri di sostenibilità energetica e ambientale" del D.lgs. 50/2016 "Codice degli appalti" (modificato dal D.lgs 56/2017), che ne hanno reso obbligatoria l'applicazione da parte di tutte le stazioni appaltanti. Nello specifico per l' Affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici si fa riferimento al DM 11 ottobre 2017, in G.U. Serie Generale n. 259 del 6 novembre 2017.

La fondazione dovrà essere progettata e realizzata al fine di ottenere un modulo resiliente della stessa pari ad almeno 90 N/mm^2. La verifica del raggiungimento di tale valore dovrà essere verificata

mediante l'esecuzione di una delle prove di seguito descritte: prova di carico su piastra, Prove di portanza con piastra dinamica tipo LWD, Prova CBR.

20.3.5 Geotessili

Il geotessile non tessuto, avente la funzione di filtro separatore di terreni a diversa granulometria e per le applicazioni previste dalle Norme EN 13249, EN 13250, EN 13251, EN 13252, EN 13253, EN 13254, EN 13255, EN 13256, EN 13257 e EN 13265 dovrà essere del tipo termosaldato a filo continuo in fibra di polipropilene ed a comportamento meccanico isotropo. Per quanto riguarda le prestazioni meccaniche, i valori di seguito indicati sono da considerarsi come valori medi e, in ottemperanza a quanto previsto dalla normativa sulla marcatura CE, dovrà essere disponibile la certificazione di conformità del materiale redatta da un Ente certificatore esterno autorizzato, tale certificato dovrà essere sottoposto alla DL preventivamente alla fornitura. La resistenza del materiale alle sollecitazioni indotte durante le fasi di posa e in esercizio sarà determinata dal valore della resistenza del geotessile alla deformazione ammissibile dell'opera, richiedendo che sia in grado di fornire una resistenza longitudinale e trasversale, determinata in conformità alla Norma EN ISO 10319, non inferiore a 3,3 kN/m al 5% e di 1,47 kN/m al 2% della deformazione e un valore d'energia accumulabile prima di giungere a rottura non inferiore a 3,0 kJ/m2, determinato calcolando l'area della curva sforzi e deformazioni sino al limite del 45% della deformazione. Il comportamento come separatore sarà valutato considerando il valore della resistenza al punzonamento locale, indotto dal materiale inerte sul geotessuto, tramite il valore della resistenza al punzonamento statico (CBR), determinato in accordo alla Norma EN ISO 12236, che dovrà essere non inferiore a 1000 N, dal valore della resistenza al punzonamento dinamico (Cone Drop), determinato in accordo alla Norma EN 918, che dovrà essere non maggiore di 35 mm, dal valore della resistenza alla lacerazione, stabilita in conformità con la Norma ASTM D4533, che dovrà non essere inferiore a 290 N e dal valore del Grab test, stabilito in conformità della Norma ASTM D4632, che dovrà essere non inferiore a 625 N. Le prestazioni idrauliche del geotessile saranno valutate in condizioni equivalenti alle condizioni esistenti in sito, richiedendo un valore della permeabilità all'acqua a 200 kPa, stabilita in conformità della norma DIN 60500-4, che dovrà risultare non inferiore a 0.00029 m/s e un valore dell'indice di velocità, determinato in conformità con la Norma EN ISO 11058, non inferiore a 70 mm/s. Inoltre, per assicurare il mantenimento dei valori dichiarati uniformi nel tempo, si richiede che la variazione della permeabilità a 20 kPa e a 200 kPa, determinata in accordo con la Norma DIN 60500-4, sia non superiore al 37%. Le prestazioni di filtro saranno valutate richiedendo un valore del diametro di filtrazione O90 non superiore a 140 micron, valutato in accordo alla Norma EN ISO 12956 e, al fine di ridurre al minimo la tendenza all'intasamento, si richiede che lo spessore del geotessile, determinato in conformità con la Norma EN 964-1, a 2 kPa e a 200 kPa sia rispettivamente di 0,43 mm e 0,35, ossia tale da presentare una variazione non superiore al 19%. Ai fini della durabilità del geotessile nell'ambiente di posa, si richiede che non manifesti alcuna riduzione delle prestazioni meccaniche (mantenimento del 100% della resistenza attiva) in direzione longitudinale e trasversale, se sottoposto ad agenti ossidanti, come da Norma pr EN ISO 13438, ad agenti chimici, come da Norma EN 14030, e ad agenti microbiologici, come da Norma EN 12225. Il materiale dovrà essere prodotto e distribuito da aziende operanti secondo gli standard della certificazione ISO 9001; tale certificato dovrà essere sottoposto alla D.L.\D.A. preventivamente alla fornitura.

20.3.6 Malte e calcestruzzi cementizi

Nell'esecuzione delle opere in calcestruzzo semplice ed armato, l'Impresa dovrà osservare le vigenti norme per l'accettazione dei leganti idraulici e per l'esecuzione delle opere in conglomerato cementizio e si uniformerà inoltre a quelle particolari del presente Disciplinare nonché alle disposizioni che verranno date dalla D.L. L'uso di additivi prescritto in talune lavorazioni sarà concordato con la D.L.
Prove sui calcestruzzi: l'Impresa concorderà con la D.L. eventuali prove preliminari al fine di individuare i tipi di calcestruzzo più idonei sulla base delle materie prime reperibili su piazza. La frequenza dei prelievi sarà effettuata tenuto presente il tipo e l'entità della fornitura;

Tipo di calcestruzzo: il calcestruzzo utilizzato per qualunque opera sarà del tipo a resistenza garantita. Il tipo a resistenza garantita è definito secondo le seguenti caratteristiche:

- classi di resistenza C fck/Rck;
- rapporto acqua / cemento;
- consistenza;
- dimensione massima dell'inerte;
- tipo e classe del cemento.

Per resistenza caratteristica C fck/Rck di un calcestruzzo si intenderà la resistenza caratteristica alla compressione uniassiale a 28 giorni, calcolata secondo quanto previsto dal DM 14 gennaio 2008. La resistenza di prelievo corrisponde alla media aritmetica delle resistenze a 28 giorni: essa è determinata e valida ai fini dell'elaborazione statistica anche se derivata da due soli provini, purché rappresentativi dell'intero prelievo. I provini da sperimentare a compressione saranno prelevati e gettati secondo le norme vigenti (UNI EN 12390);

Nell'ambito dei lavori di cui al presente Disciplinare vengono prescritte le classi C 25/30, C 16/20 e C 12/15 di consistenza S3, abbassamento al cono di Abrams cm 2+2), plastica (P - abbassamento cm 7+2). Per gli inerti è prevista una categoria indicativa, tenendo presente che il numero che segue la lettera D indica in mm la dimensione massima dell'elemento inerte più grosso. I cementi dovranno essere del tipo Portland, pozzolanico o di alto forno, di classe normale "325" o di classe "alta resistenza 425".

<u>Calcestruzzo per massetto – Fondazioni continue e murature armate</u>

Classi di resistenza C: 25/30
Rapporto acqua/cemento: 0.5
consistenza: S3
dimensione massima dell'inerte: D 25 mm
tipo e classe del cemento: "325"

<u>Calcestruzzi per fondazioni non armate</u>

classi di resistenza C: 16/20
rapporto acqua / cemento: < 0.7
consistenza: - S3
dimensione massima dell'inerte: D 30 mm
tipo e classe del cemento: "325"

Calcestruzzi per sottofondazioni e rinfianchi

classi di resistenza C: 12/15
rapporto acqua / cemento: < 0.7
consistenza: - S3
dimensione massima dell'inerte: D 30 mm
tipo e classe del cemento: "325"

Confezione e trasporto

La confezione potrà essere eseguita mediante appositi impianti di betonaggio, completi di dosatori e di mescolatrice fissa dei componenti l'impasto, oppure mediante la centrale di dosaggio e di autobetoniere idonee per la miscelatura e l'impasto omogeneo immediato. Nell'uno e nell'altro caso, per la produzione e la distribuzione dei calcestruzzi valgono le specifiche prescrizioni di cui alla UNI EN 206-1, per quanto non in contrasto con le prescrizioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008. Per il calcestruzzo C16/20 e C12/15, sarà tollerata l'esecuzione in cantiere con impastatrice, per il calcestruzzo strutturale C20/25 e C25/30 il confezionamento in cantiere potrà essere accettato per getti inferiori a 2 m³ a discrezione del Direttore dei Lavori.

Acqua: Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato, tenuto conto anche dell'acqua eventualmente contenuta negli inerti. Il rapporto acqua – cemento sarà stabilito in relazione agli elementi fissati per l'impasto e alla resistenza richiesta per il conglomerato ma non dovrà in nessun modo superare il limite fissato nel precedente punto b).

Additivi. Nella composizione delle malte e dei calcestruzzi da impiegare saranno inseriti additivi del tipo ed in percentuale che saranno prescritti dalla DL all'atto esecutivo in relazione al rapporto acqua/cemento prescritto. Per la pavimentazione in cemento drenante viene previsto l'impiego di leganti idraulici cementizi e di additivi specifici per dare le caratteristiche drenanti e traspiranti, con alta percentuale di vuoti, del massetto. L'impasto sarà confezionato in appositi impianti e consegnato in autobetoniera.

20.3.7 Materiali ferrosi

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere di prima qualità, esenti da scorie, soffiature, sbrecciature, paglie e da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura e fucinatura. Ferma la loro rispondenza a tutte le condizioni previste dalla legge 1086 del 5/11/1971 e relativo regolamento, essi dovranno essere conformi, per quanto attiene a condizioni tecniche generali di fornitura, dimensioni e tolleranze, qualità e prescrizioni in genere, alla normativa unificata vigente. Anche le prove di qualsiasi tipo saranno eseguite in conformità a quanto prescritto dalla normativa unificata medesima. I materiali ferrosi dei tipi di seguito indicati dovranno inoltre presentare, a seconda della loro qualità, i requisiti caso a caso precisati.

Acciai

Gli acciai in barre, tondi, fili e per armature da precompressione dovranno essere conformi a quanto indicato nel D.M. 14 gennaio 2008 relativo alle "Nuove norme tecniche per le costruzioni". La rete metallica elettrosaldata a maglie di cm 20 x 20, avrà Ø mm 6, peso kg/mq 2,22. L'acciaio utilizzato per

la costruzione delle tubazioni, dei pezzi speciali e delle apparecchiature deve rispondere alla normativa UNI EN 10224/03, Circ. Min. 05/05/66 n. 2136 e Decreto Min. LL. PP. 12/12/85. L'acciaio per c.a. B450C impiegato sarà conforme ai requisiti di cui alla Tab.11.3.Ib – paragrafo 11.3.2.1 NTC 2008.

Ghisa

La ghisa grigia per getti dovrà avere caratteristiche rispondenti, per qualità, prescrizioni e prove alla norma UNI EN 1561/98. La ghisa malleabile per getti dovrà avere caratteristiche rispondenti, per qualità, prescrizioni e prove alla norma UNI EN 1562/99.

Ferro

Il ferro comune sarà di prima qualità: dolce, duttile, malleabile a freddo ed a caldo, tenace, di marcata struttura fibrosa; dovrà essere liscio, senza pagliette, sfaldature, screpolature, vene, bolle, saldature aperte, soluzioni di continuità in genere ed altri difetti.

Acciai per opere in conglomerato cementizio

Dovranno essere conformi, in ogni loro tipo, alla normativa vigente per le varie opere. L'approvvigionamento dovrà avvenire con un anticipo tale, rispetto alla data d'impiego, da consentire l'effettuazione di tutte le prove prescritte.

Metalli vari

Il piombo, lo zinco, lo stagno, il rame e tutte gli altri metalli o leghe metalliche da impiegare nelle costruzioni devono essere delle migliori qualità, ben fusi o laminati a seconda della specie di lavori cui sono destinati, e scevri da ogni impurità o difetto che ne vizi la forma, o ne alteri la resistenza o la durata.

20.3.8 Strato di allettamento

La sabbia naturale per strati di allettamento o artificiale dovranno essere miscelate alle malte (minerali o sintetiche) sia essa silicea, quarzosa, granitica, calcarea, non solo dovrà essere priva di sostanze inquinanti ma dovrà anche possedere una granulometria omogenea (setaccio 2 UNI 2332) e provenire da rocce con alte resistenze meccaniche. La sabbia, all'occorrenza, dovrà essere lavata al fine di eliminare qualsiasi sostanza nociva.

20.3.9 Pavimentazione in masselli autobloccanti pedonali

Tutti i marciapiedi e le aree pedonali sono realizzati in masselli autobloccanti.

Per la realizzazione della pavimentazione si rende necessaria la realizzazione di un sottofondo in ghiaia grossa da 40-70 mm di granulometria per uno spessore di 19 cm sul quale realizzare successivamente, previa posa di uno strato di geotessile di filtrazione e separazione, uno strato di allettamento in sabbioncino da 3-6 mm di spessore 8 cm.

Saranno opportunatamente tagliati con taglierina a spacco tutti i masselli che non potranno essere inseriti integralmente. La pavimentazione sarà successivamente battuta con apposita piastra vibrante e cosparsa in superficie di sabbia fine (granulometria 0 – 2 mm.), pulita e asciutta. La rimozione

dell'eccesso di sabbia sarà effettuata dopo un periodo sufficiente a garantire il corretto intasamento dei giunti tra i singoli masselli.

La finitura scelta e la modalità di posa saranno in continuità con gli interventi recenti nei pressi di Molassana. La modalità di posa degli autobloccanti è a scacchiera. Le fughe tra i masselli dovranno quindi avere corrispondenza con quelle della fila successiva.

Si rimanda all'elaborato MGE1PRLVURBCOMT005-00 per il dettaglio tipologico.

20.3.10 Pavimentazione in terra battuta

Il tappeto in terra stabilizzata dovrà essere realizzato mediante stesa e compattazione meccanica di miscela per uno spessore pari a 5 cm, confezionata con betoniera in cantiere, con 150 kg/m³ di cemento 32,5 R, 1,00 kg/m³ di prodotto chimico a base di sali.

Per la posa della pavimentazione si rende necessaria la compattazione del terreno di fondo e successivamente è prevista la realizzazione di un sottofondo in ghiaia grossa da 40-70 mm di granulometria per uno spessore di 10 cm.

Si rimanda all'elaborato MGE1PRLVURBCOMT005-00_B per il dettaglio tipologico.

20.4 Cordoli di transizione

20.4.1 Cordonatura in cemento fuori terra

All'interfaccia tra la pavimentazione in masselli autobloccanti pedonali e la carreggiata in asfalto, dovranno essere realizzati cordoli prefabbricati in cls vibrocompresso a sezione trapezia con superficie liscia posati fuori terra di sezione trapezia, dimensioni 120-150x250x1000mm, con mostra di h 150 mm. A sostegno della cordonatura è prevista la realizzazione di fondazione e rinfianco in calcestruzzo C12/15. L'Appaltatore, prima di iniziare la fornitura deve presentare a sua cura e spesa i campioni del materiale di finitura prescelto per la necessaria approvazione da parte della Direzione lavori. I campioni verranno conservati negli Uffici della Direzione, fino al collaudo dei lavori, per i relativi confronti e riferimenti, ad opera ultimata o a fornitura eseguita.

Si rimanda all'elaborato MGE1PRLVURBCOMT005-00 per il dettaglio tipologico.

20.4.2 Cordonatura a raso in cemento

All'interfaccia tra la pavimentazione in masselli autobloccanti carrabili per gli stalli e l'asfalto del corsello, dovranno essere realizzati cordoli prefabbricati in cls posati a raso di sezione rettangolare, dimensioni 100x250x1000mm. A sostegno della cordonatura è prevista la realizzazione di fondazione e rinfianco in calcestruzzo C12/15. L'Appaltatore, prima di iniziare la fornitura deve presentare a sua cura e spesa i campioni del materiale di finitura prescelto per la necessaria approvazione da parte della Direzione lavori. I campioni verranno conservati negli Uffici della Direzione, fino al collaudo dei lavori, per i relativi confronti e riferimenti, ad opera ultimata o a fornitura eseguita.

Si rimanda all'elaborato MGE1PRLVURBCOMT005-00 per il dettaglio tipologico.

20.4.3 Bordura in polietilene

All'interfaccia tra la pavimentazione pedonale dei marciapiedi in masselli autobloccanti pedonali e il verde, dovranno essere realizzate delle bordure in polietilene (HDPE) di colore marrone, con trattamento anti-UV. Le bordure dovranno essere posate a raso e saranno di dimensioni: h. 12,7 cm – sp. 5,08 mm. A sostegno della bordura verranno posati 4 picchetti ogni 6 metri circa di sviluppo lineare. Un minimo quantitativo di cemento fungerà da legante tra un cordolo e l'altro.

L'Appaltatore, prima di iniziare la fornitura deve presentare a sua cura e spesa i campioni del materiale di finitura prescelto per la necessaria approvazione da parte della Direzione lavori. I campioni verranno conservati negli Uffici della Direzione, fino al collaudo dei lavori, per i relativi confronti e riferimenti, ad opera ultimata o a fornitura eseguita.

Si rimanda all'elaborato MGE1PRLVURBCOMT005-00_B per il dettaglio tipologico.

20.5 Arredi e finiture

Gli arredi dovranno essere opportunamente marcati e conformi alle vigenti normative in materia. Il montaggio degli arredi dovrà avvenire secondo le prescrizioni ed indicazioni del produttore. Gli arredi dovranno essere conformi ai Criteri ambientali minimi per l'acquisto di articoli per l'arredo urbano (Dm Ambiente 5 febbraio 2015). Sono compresi gli obblighi ed oneri di cui appresso per la fornitura e posa in opera degli elementi di arredi, oltre a quelli previsti dal disciplinare: a) le spese di trasporto del materiale fino a destinazione; b) lo scarico del materiale; c) il montaggio del materiale; d) i lavori edili di assistenza, lo scavo, il trasporto a discarica dei materiali provenienti da scavi e demolizioni, gli oneri di discarica, la realizzazione dei blocchi di fondazione per dare l'opera completa a regola d'arte. e) tutto quanto previsto nel presente disciplinare.

20.5.1 Campionatura dei beni da fornire

Il responsabile dell'esecuzione del contratto di fornitura procederà all'emissione dell'ordinativo dei beni da fornire solo dopo formale accettazione della già menzionata campionatura. L'impresa appaltante produrrà una campionatura di materiali costituenti i beni da fornire rispondenti a quanto prescritto dal disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici, in modo tale da rispettare i termini di contratto prefissati. Di seguito si elencano una serie di elementi caratterizzanti la qualità tecnica delle attrezzature previste nel progetto che il responsabile dell'esecuzione del contratto verificherà ai fini dell'accettazione della fornitura.

20.5.2 Modalità e luogo di consegna

La consegna della fornitura avverrà entro il periodo definito nel rispetto del capitolato d'appalto e solo a seguito di ordinativo scritto da parte del responsabile dell'esecuzione del contratto di fornitura, con indicate le quantità e le tipologie da consegnare presso i luoghi indicati dallo stesso. Per la stessa tipologia di materiale potranno essere richieste più consegne. Il ricevimento del materiale deve risultare da opportuno documento di consegna che viene rilasciato dal fornitore e firmato dall'incaricato rappresentante che riceve. Il documento di trasporto (D.d.t.) avrà solo valore di accettare le quantità consegnate ma non comporterà in alcun modo, accettazione qualitativa del materiale consegnato. Il responsabile dell'esecuzione del contratto di fornitura si impegna a rispettare

le prescrizioni dettate dal capitolato speciale d'appalto in merito alla contabilizzazione delle opere, alle garanzie ed alle disposizioni per l'esecuzione.

20.5.3 Posa in opera degli arredi e delle finiture

I materiali utilizzati per il fissaggio degli arredi dovranno essere della migliore qualità esistente in commercio, senza alcun difetto e rispondenti alle norme come da attestato di conformità rilasciato dal produttore e comprovata da idonea documentazione redatta in lingua italiana, emesso da Enti riconosciuti nei Paesi CE e con data non antecedente ad anni tre. Tutti i materiali devono avere elevata resistenza all'usura, alle intemperie e al vandalismo, facilità di manutenzione e tollerabilità ambientale, a misura di utente, con spigoli arrotondati e strutturazione delle superfici.

20.5.4 Vernici, impregnanti e colle

Dovranno essere utilizzate vernici di prima qualità, ad acqua, senza metalli pesanti, con minime emissioni di composti organici volatili, atossiche, prive di solventi.

20.5.5 Parti di ricambio

Per le strutture installate e/o parti di esse l'appaltatore dovrà ottenere dalla casa madre produttrice la garanzia della reperibilità delle parti di ricambio per almeno dieci anni dalla consegna delle aree finite; tali elementi saranno acquistati dall'Amministrazione comunale al prezzo di listino vigente nell'anno di acquisto.

20.5.6 Manutenzione

Successivamente alla conclusione dei lavori, l'appaltatore si rende disponibile per almeno 36 mesi (salvo miglioria offerta in sede di gara), a intervenire sul territorio secondo il listino prezzi offerto in sede di gara opportunamente ribassato dello sconto offerto. Qualora l'aggiudicataria offrisse un periodo di manutenzione superiore ai 36 mesi, dovrà presentare idonea copertura assicurativa e apposita fidejussione come stabilito dall'art. 11 e con validità pari al periodo di manutenzione proposto. Tali interventi saranno richiesti dalla stazione appaltante secondo necessità e liquidati separatamente fino a esaurimento della somma stanziata. Le tempistiche di intervento e le specifiche tecniche e operative verranno di volta in volta concordate tra il Responsabile operativo dell'appaltatore e l'appaltante. Indicativamente dovranno essere effettuati i lavori descritti, con lo scopo di mantenere il livello di sicurezza e di funzione del gioco, comprendendo sia interventi necessari alla soluzione del problema sia l'approntamento delle opere provvisionali utili a garantire la sicurezza dei luoghi. Durante tali operazioni l'area interessata dovrà essere opportunamente cantierizzata con le modalità di cui all'art. 10. A seguito di tali interventi dovrà essere garantita la perfetta fruibilità, funzionalità e sicurezza dell'elemento su cui si è intervenuto. Le modifiche di parti di un elemento che potrebbero influire sulla sicurezza essenziale dell'attrezzatura dovrebbero essere effettuate soltanto previa consultazione con il fabbricante o con una persona competente. Rispetto alla manutenzione delle attrezzature gioco l'attività dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1176.

A seguire gli arredi selezionati.

20.5.7 Panca modulare senza schienale

Panca monolitica di colore bianco piana realizzata in calcestruzzo armato con barre di acciaio zigrinato e zincato ad impasto composto da cemento bianco ad alta resistenza ed ecocompatibilità ambientale, graniglia di marmo a granulometria selezionata, fibre sintetiche ed additivi superfluidificanti gettato in casseforme vibrate ad alta frequenza. Finitura superficiale liscia su tutte le parti a vista con stuccatura delle soffiature presenti e trattamento protettivo finale non pellicolante.

Caratteristiche dimensionali

Altezza elemento: 490 mm
Lunghezza: 2000 mm
Profondità: 500 mm

Si rimanda all'elaborato MGE1PRLVURBCOMT005-00 per il dettaglio tipologico.

20.5.8 Seduta lineare con seduta in legno integrata

Monolitica di colore bianco piana realizzata in calcestruzzo armato con barre di acciaio zigrinato e zincato ad impasto composto da cemento bianco ad alta resistenza ed ecocompatibilità ambientale, graniglia di marmo a granulometria selezionata, fibre sintetiche ed additivi superfluidificanti gettato in casseforme vibrate ad alta frequenza. Finitura superficiale liscia su tutte le parti a vista con stuccatura delle soffiature presenti e trattamento protettivo finale non pellicolante.

L'altezza della seduta è variabile in modo tale che possa essere accessibile a tutti. Un sistema modulare completo di seduta, schienale e braccioli è installato sul piano di seduta della panca modulare tramite un sistema di ancoraggio in acciaio zincato e verniciato a polvere. Il piano di seduta e lo schienale sono realizzati in doghe di legno. I fianchi laterali sono realizzati in lega di alluminio.

Caratteristiche dimensionali

Altezza elemento: 370 mm – 480 mm
Lunghezza: 4000 mm
Profondità: 500 mm

Si rimanda all'elaborato MGE1PRLVURBCOMT005-00_B per il dettaglio tipologico.

20.5.9 Cestino

Il cestino portarifiuti dovrà essere prevedere un contenitore realizzato in acciaio con rivestimento in zinco e verniciato a polvere con colorazioni su indicazione della D.LL.

Il cestino dovrà avere spegnisigaretta e posacenere e nessun copriforo goccia. Il cestino sarà fornito di apposite piastre per l'ancoraggio su fondazione appositamente realizzata. Su indicazione della D.LL., potrà essere richiesta la realizzazione di un modello al vero di parte del manufatto.

Caratteristiche dimensionali
Diametro: 400 mm

Altezza: 880 mm
Capacità: 50 l

Si rimanda all'elaborato MGE1PRLVURBCOMT005-00_B per il dettaglio tipologico.

20.5.10 Archi per sosta bici

Portabiciclette realizzato in tubolare calandrato in acciaio inox con elemento decorativo in lamina d'acciaio predisposta per la messa in sicurezza delle biciclette in sosta o per l'apposizione di targhe con logo. Il fissaggio al suolo è previsto con un tubo e una piastra filettata da fissare alla piastra base con apposite viti.

Caratteristiche dimensionali
Altezza elemento: 850 mm
Diametro: 1000 mm

Si rimanda all'elaborato MGE1PRLVURBCOMT005-00_B per il dettaglio tipologico.

20.5.11 Massi ciclopici



Realizzazione di zone con sedute, al lato del percorso pedonale, in massi naturali, di volume singolo non inferiore a 1/4 di mc, disposti in opera secondo le indicazioni di progetto. Si rimanda alla verifica da parte della D.L. presso la cava di provenienza.

Si rimanda all'elaborato MGE1PRLVURBCOMT006-00_B per il dettaglio tipologico.

20.6 Materiale vivaistico

Per materiale vegetale (o agrario) si intende tutto il materiale usato negli specifici lavori di agricoltura, vivaismo e giardinaggio (es. terreni e substrati di coltivazione, concimi, fitofarmaci, tutori, ecc.), necessario alla messa a dimora, alla cura ed alla manutenzione delle piante occorrenti per la sistemazione. Il materiale agrario dovrà essere conforme ai criteri ambientali minimi per l'acquisto di ammendanti, piante ornamentali e impianto di Irrigazione (DM Ambiente 13 dicembre 2013). I materiali vegetali sono specificati nella Relazione delle opere paesaggistiche (cfr. MGE1PRLVURBCOMR002-00). Al momento della fornitura, l'Impresa, nel sottoporre il materiale all'approvazione della Committenza, dovrà fornire una certificazione, da parte del produttore riguardante la corrispondenza dei prodotti alle normative vigenti e le prove di controllo qualità a cui sono stati sottoposti. L'Impresa al momento della firma del contratto avrà l'obbligo di dichiarare la provenienza del materiale vegetale; questa dovrà essere accertata dalla D.L. e dalla D.A., la quale, comunque, si riserverà la facoltà di effettuare visite ai vivai sia per scegliere le piante (di migliore aspetto o comunque idonee per i lavori da realizzare) sia per scartare quelle che presenteranno

eventuali difetti o tare di qualsiasi genere. L'impresa - dovrà in accordo con la D.L. e D.A. - programmare, a seconda del periodo di inizio lavori, la messa a dimora del materiale vegetale in modo che i vivai possano mettere in produzione per tempo le quantità e le misure necessarie del materiale stesso previsto dal progetto. La D.L., la D.A. e la Committenza si riservano di modificare - per sopravvenute esigenze – la tipologia del materiale vegetale in fase di realizzazione dell'opera senza che l'appaltatore possa effettuare riserve.

Tutto il materiale vegetale dovrà rispettare le seguenti norme di Legge:

- Legge n° 269 del 22.05.1973, Disciplina della produzione e della commercializzazione di sementi e di piante da rimboschimento e successive modifiche e integrazioni;
- D.Lgs n° 536 del 30.12.1992, Attuazione della direttiva 91/683/CEE concernente le misure di protezione contro l'introduzione negli Stati membri di organismi nocivi ai vegetali e ai prodotti vegetali;
- D.M. 31.01.1996, Misure di protezione contro l'introduzione e la diffusione nel territorio della Repubblica Italiana di organismi nocivi ai vegetali o ai prodotti vegetali.
- D.Lgs. n° 151 del 19.05.2000 Attuazione della direttiva del 98/56/CE relativa alla commercializzazione dei materiali di moltiplicazione delle piante ornamentali;
- Decreto Ministeriale 9 agosto 2000 Recepimento delle direttive della Commissione n. 99/66/CE, n. 99/67/CE, n. 99/68/CE e n. 99/69/CE del 28 giugno 1999, relative alle norme tecniche sulla commercializzazione dei materiali di moltiplicazione delle piante ornamentali, in applicazione del D.Lgs. 19 maggio 2000, n. 151.

La fonte di approvvigionamento del materiale vegetale stesso dovrà pertanto essere valutata preventivamente da parte della D.L. con il supporto della D.A. e della stessa approvata prima della fornitura. L'orientamento cardinale delle piante dovrà rispettare e mantenere quello assunto in vivaio.

20.6.1 Trapianto delle alberature esistenti

Trapianto di piante esistenti, in particolare in piazza Aldo Moro, e ricollocazione in altro sito nell'ambito della stessa area ad una distanza non superiore a km 1, comprensivo delle operazioni colturali preparatorie quali etichettatura mediante etichette plastiche a fascetta riportanti informazioni riguardanti la specie, i dati dendrometrici, il sito d'impianto, potatura di contenimento, zollatura e successivo carico su automezzo di adeguate dimensioni per il trasferimento al luogo di piantagione, scarico in loco. Dove previsto dal progetto verranno eseguiti dei trapianti che dovranno essere preceduti da una potatura della chioma con tagli di ritorno, per ridurla proporzionalmente alla riduzione dell'apparato radicale, verificandone lo stato fitosanitario insieme alla D.L. e D.A..

Il trapianto andrà eseguito compiendo uno scavo verticale tutto attorno alle piante, avendo cura di non strappare le radici, per creare una zolla avente diametro pari a dieci volte quello del tronco, misurato a 100 cm dal colletto, con un'altezza della zolla pari a 4/5 del suo diametro. La zolla che si viene a creare dovrà essere avvolta da telo di juta o rete metallica prima di essere spostata onde evitare rotture o crepe, inoltre le radici andranno rifilate. La pianta così zollata dovrà essere riposizionata, nell'area preventivamente preparata e già predisposta con impianto di irrigazione. Queste piante dovranno essere considerate alla stregua dei nuovi impianti e seguite con maggiore cura durante tutto

il cantiere onde evitare stress idrici o altri danneggiamenti di qualsiasi genere. I trapianti saranno misurati in base al numero di piante realmente trapiantate.

Qui di seguito si riporta l'elenco delle alberature da sottoporre a trapianto. Si rimanda a fasi successive la verifica di tale elenco a valle di un'analisi VTA delle alberature interferenti da parte di un agronomo specializzato.

Localizzazione	**N. alberature**
Km 1+000.900 – Linea	5
Km 1+100.000 – Linea	1
Km 1+250.000 – Linea	3
Km 1+400.000 – Linea	5
Km 1+900.000 – Linea	3
Km 2+700.000 – Linea	9
Km 3+700.000 – Linea	4
Km 6+150.000 – Linea	5
Km 6+150.000 – Parcheggio Molassana	8
TOTALE	**43**

20.6.2 Trasporto del materiale vegetale e mantenimento prima dell'impianto

Per quanto riguarda il trasporto del materiale vivaistico fino al luogo dell'impianto, dovranno essere prese tutte le precauzioni necessarie a garantire la vitalità, la forma e la qualità sanitaria delle piante, 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 delle piante sovrastanti. Il tempo intercorrente tra il prelievo in vivaio e la messa a dimora definitiva (o la sistemazione in vivaio provvisorio) dovrà essere il più breve possibile. La D.L. con il supporto della D.A. dovrà, al momento del ritiro del materiale dal vivaio, verificare la qualità del materiale e verbalizzarne l'accettazione. In particolare, l'ESECUTORE curerà che le zolle e le radici delle piante, che non possono essere messe immediatamente a dimora, non subiscano deterioramenti e mantengano il tenore di umidità adeguato alla loro buona conservazione.

20.6.3 Modalità esecutive attività di impianto

L'ESECUTORE ha l'obbligo di eseguire correttamente i lavori preparatori, i lavori di impianto del materiale vegetale e di semina, secondo quanto previsto dal progetto e/o dal presente Capitolato e, comunque, secondo le buone pratiche e la regola d'arte, dandone evidenza formale alla D.L. e D.A. per tutte le tipologie di Opere a Verde.

20.6.4 Protezione della vegetazione esistente durante le attività di cantiere

In corso d'opera, tutta la vegetazione esistente, destinata a rimanere in loco secondo il progetto, e quella, eventualmente individuata dalla D.L.\D.A., dovranno essere preservate da ogni danneggiamento con recinzioni e barriere, provvisorie ma solide. Pertanto, l'ESECUTORE dovrà usare la massima cautela nell'eseguire le prescrizioni di progetto o del presente Capitolato e della D.L. e D.A. ogni volta che si troverà a operare nei pressi delle piante esistenti. Le lavorazioni del terreno sono vietate nelle adiacenze delle alberature per una distanza pari alla proiezione della chioma nel terreno e con distanza minima dal tronco pari a 3 m. Analogamente è vietato l'accumulo di terreno, inerti o altri materiali nelle adiacenze di alberature.

Protezione del tronco

L'ESECUTORE, ove indicato in progetto o su richiesta della D.L. e D.A., è tenuto a proteggere il tronco con una rete di materiale plastico a maglia forata e rigida (shelter), che garantisca il passaggio dell'aria, evitando, così, la formazione di un ambiente troppo caldo e umido particolarmente favorevole all'instaurarsi di organismi patogeni.

Protezione delle radici

La posa di tubazioni dovrà avvenire al di fuori della proiezione della chioma dell'albero sul terreno; tranne per le specie la cui chioma abbia uno sviluppo fuori dal normale portamento, a causa di una consistente potatura di contenimento, o per le piante con portamento ascendente, dove l'area di rispetto avrà un raggio minimo di 4 metri, misurati alla base del tronco. Qualora ciò non sia possibile, i lavori di scavo nell'area di rispetto dovranno essere eseguiti a mano. Le radici asportate dovranno presentare un taglio netto, facendo attenzione a tagliare solamente le radici con diametro inferiore ai 3 cm, altrimenti l'attraversamento dovrà passare al di sotto di esse. Lo scavo dovrà rimanere aperto il minor tempo possibile e, comunque, per un tempo non superiore ad una settimana. Ove ciò non sia possibile, occorrerà coprire le radici affioranti con juta e bagnarle periodicamente a seconda dell'andamento stagionale.

Protezione del suolo

Le operazioni di cantiere non devono peggiorare le condizioni strutturali, chimiche e biochimiche del terreno interessato dagli apparati radicali delle specie vegetali. E' vietato depositare, nell'area di rispetto (corrispondente alla proiezione della chioma dell'albero sul terreno), materiali di cantiere, quali inerti, prefabbricati, materiali da costruzione, macchinari, gru, al fine di evitare costipamenti del terreno; è altresì fatto divieto versare acqua di lavaggio dei pavimenti e dei macchinari, in particolare le acque contenenti polveri di cemento, oli, petrolio e suoi derivati, vernici, solventi, liquidi impermeabilizzanti e quanto altro possa nuocere o risultare fitotossico per gli apparati radicali.

20.6.5 Alberi

Tutti gli alberi dovranno essere forniti secondo le specifiche indicazioni degli elaborati di progetto. L'Impresa avrà l'obbligo di dichiarare la provenienza degli alberi; questa dovrà essere accertata dalla D.L. con il supporto della D.A., la quale, comunque, si riserverà la facoltà di effettuare visite ai vivai sia per scegliere le piante (di migliore aspetto o comunque idonee per i lavori da realizzare) sia per scartare quelle che presenteranno eventuali difetti o tare di qualsiasi genere. La D.L. con il supporto della D.A.

avrà quindi il diritto, a proprio insindacabile giudizio, sia di respingere piante non adatte sia di accettare la fornitura con riserva evidenziandone gli eventuali difetti. L'Impresa dovrà sostituire a proprie spese le piante morte o sofferenti entro la prima stagione vegetativa successiva all'impianto nonché sostituire, anche successivamente. Su richiesta della D.L. e D.A. dovrà essere fornito il passaporto fitosanitario come previsto da normativa vigente. In ogni caso l'Impresa dovrà fornire le piante esenti da malattie, parassiti e deformazioni, corrispondenti, per specie, cultivar, caratteristiche e dimensioni (proiezione, densità, forma della chioma ecc.), alle specifiche del computo metrico estimativo e degli elaborati progettuali, scartando quelle con portamento stentato, irregolare o difettoso. La parte aerea delle piante dovrà avere portamento e forma regolari, presentare uno sviluppo robusto, non "filato", che non dimostri una crescita troppo rapida o stentata. Gli alberi dovranno avere il tronco nudo, diritto, senza ramificazioni per l'altezza di impalcatura richiesta, nonché privo di deformazioni, ferite, cicatrici o segni conseguenti ad urti, grandine, scorticamenti, legature ed ustioni da sole; essi dovranno essere esenti da attacchi di insetti, malattie crittogamiche o virus; dovranno presentare una chioma ben ramificata, equilibrata ed uniforme. La chioma, salvo quando diversamente richiesto, dovrà essere ben ramificata ed equilibrata per simmetria e distribuzione, all'interno della stessa, delle branche principali e secondarie. Gli alberi dovranno corrispondere alle richieste del progetto e del computo metrico estimativo 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 emergenza del ramo maestro più basso (tale misura è pari a m 2,20 salvo diversa indicazione esplicitamente riportata);
- circonferenza del fusto: misura rilevata ad un metro dal colletto (tale misura dovrà corrispondere a quella indicata dal progetto);
- diametro della chioma: misura rilevata a due terzi dell'altezza.

Per gli alberi innestati dovranno essere specificati i portainnesti e l'altezza del punto d'innesto, il quale non dovrà presentare sintomi di disaffinità. In linea di massima, gli alberi dovranno essere forniti in zolla (pane di terra), o, su richiesta dell'impresa sarà possibile utilizzare alberi in contenitore senza con ciò poter aver diritto ad alcun maggior compenso. I contenitori (vasi, mastelli di legno o di plastica, reti ecc.) dovranno essere proporzionati alle dimensioni delle piante contenute. Le zolle dovranno essere ben imballate con un apposito involucro rinforzato (in juta, paglia, teli di plastica ecc.). Per le piante che superino i 3-4 metri di altezza, l'involucro di imballaggio sarà realizzato con rete metallica, oppure con pellicola di plastica porosa o altro metodo equivalente. Qualora le piante vengano fornite in contenitore, le radici dovranno risultare pienamente compenetrate nel terriccio, senza fuoriuscirne. L'apparato radicale dovrà comunque presentarsi sempre ben accestito, ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari fresche e sane. Le piante dovranno aver subito i necessari trapianti in vivaio, di cui l'ultimo sarà stato effettuato da almeno un anno o al massimo da non più di due. Al momento della fornitura, l'Impresa nel sottoporre il materiale da fornire all'approvazione della Committenza dovrà fornire una certificazione da parte del produttore riguardante la corrispondenza dei prodotti alle normative vigenti nonché le prove di controllo qualità a cui sono stati sottoposti.

Alberature di I° grandezza	**Dimensioni di fornitura**
Acer platanoides	circonferenza 18-20 cm

Alberature di III° grandezza	Dimensioni di fornitura
Arbutus unedo - lt. 15; altezza 80-100	lt. 15; altezza 80-100
Cercis siliquastrum	circonferenza 16-18 cm

Messa a dimora di alberi

Le piante dovranno essere conferite in cantiere solo al momento della loro messa a dimora. Le piante dovranno essere impiantate separatamente per specie e dimensione. Ciascuna pianta dovrà essere collocata in una buca appositamente predisposta delle dimensioni di 1 mc, con il pane completamente circondato da terra soffice. Negli impianti invernali, le piante più sensibili al freddo dovranno essere provviste di una copertura con sostanze quali paglia o ramaglie. Il controllo e la manutenzione dovranno essere continui. Parassiti e malattie dovranno essere combattuti subito dopo la loro comparsa. Il suolo o substrato dovrà avere una struttura sciolta, eventualmente migliorata. Le piante a foglia caduca in zolla potranno essere impiantate solo nel periodo di riposo vegetativo (dal primo autunno alla primavera escludendo i periodi di gelo), se in contenitore, invece, potranno essere trapiantate in qualsiasi periodo dell'anno, ad esclusione dei mesi estivi (giugno-luglio-agosto). Prima della messa a dimora delle piante e dopo la lavorazione del suolo, sulla base dei disegni di progetto, l'Impresa dovrà realizzare la picchettatura delle piante isolate e delle aree omogenee di piantagione, ottenendone l'approvazione da parte della D.L. e D.A.. Nello scavo la terra di coltivo dovrà essere separata dall'altra terra o substrato ed inserita successivamente nell'ambito delle radici principali delle piante. Nel caso in cui il terreno di base non sia sufficientemente permeabile, si dovranno adottare adeguate misure per impedire la formazione di ristagni. In ogni caso, assestatosi il terreno, le piante non dovranno presentare radici allo scoperto, oppure interrate oltre il livello del colletto. Le radici delle piante, dopo aver asportato le parti danneggiate, dovranno essere inserite nella loro posizione naturale, non curvate o piegate. Per evitare i danni al colletto dei soggetti arborei eventualmente provocati in fase di manutenzione del tappeto erboso, il colletto dei soggetti arborei sarà protetto con un collarino realizzato con spezzone di almeno 30 cm di tubazione corrugata di diam. 120/160 opportunamente posizionata. La terra di coltivo introdotta dovrà essere uniformemente costipata, in modo che non rimangano spazi vuoti attorno alle radici. Nelle buche non si dovrà introdurre né terra gelata né neve. Con piante in zolla, il tessuto di protezione della zolla dovrà essere asportato dopo l'inserimento della pianta nella buca. Le piante di maggiori dimensioni dovranno essere orientate con la medesima esposizione al sole che avevano nella stazione di provenienza. I tagli per le potature e per l'eliminazione dei rami secchi, spezzati o malformati, dovranno essere eseguiti con strumenti adatti, ben taglienti e puliti. In ogni caso, le parti aeree delle piante danneggiate dovranno essere asportate con tagli netti. Le superfici di taglio con diametro superiore a 2 cm dovranno essere spalmate con un mastice caratterizzato da aggiunta di fungicida a giudizio della D.LL. Dopo l'impianto, in cui è prevista una bagnatura iniziale con litri 150-200, si dovrà innaffiare ogni pianta con i seguenti quantitativi d'acqua:

- piante arboree fino a 200 cm di altezza: da 5 a 15 litri/giorno;
- piante arboree oltre 200 cm di altezza: da 20 a 50 litri/giorno.

Per l'irrigazione e per favorire la cattura delle acque di pioggia, si dovrà realizzare un'apposita conca poco profonda attorno alla pianta. Le pietre ed i rifiuti, le parti vegetali decomponibili e le malerbe

eventualmente emerse nelle operazioni dovranno essere allontanate. Si dovrà tuttavia avere cura di conservare le conche attorno alle piante.

Si rimanda all'elaborato MGE1PRLVURBCOMT006-00_B per il dettaglio tipologico.

20.6.6 Arbusti, erbacee e tappezzanti

Le specie arbustive devono essere con chioma equilibrata e uniforme con almeno tre ramificazioni aeree, a portamento non filato e con un apparato radicale ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari sane, racchiuso in contenitori o in zolle. Le specie arbustive di piccole dimensioni (indicativamente h = 40 ÷ 80 cm) dovranno essere di età non inferiore ai due anni e forniti in contenitore. Le specie tappezzanti dovranno avere portamento basso e/o strisciante e buona capacità di copertura, garantita da ramificazioni uniformi. Dovranno essere sempre fornite in contenitore con le radici pienamente compenetrate nel substrato di coltura, senza fuoriuscire dal contenitore stesso.

Tutti gli arbusti e le erbacee dovranno essere forniti secondo le specifiche indicazioni degli elaborati di progetto.

Qui di seguito un elenco dei mix vegetazionali previsti nelle aree di rigenerazione con lo scopo di elevare il valore estetico e favorire la biodiversità:

Mix arbustivo alto	*Myrthus communis, Cystus scoparius*
Mix arbustivo aromatico	*Rosmarinus officinalis, Teucrium fruticans*
Mix erbaceo 01	*Anemone* 'Loreley', *Carex testacea, Sesleria autumnalis*
Mix erbaceo 02	*Carex divulsa, Sesleria autumnalis, Tulbaghia violacea*
Mix erbaceo ornamentale	*Achillea millefolium* 'Terracotta', *Helichrysum italicum, Narcissus poeticus, Pennisetum* 'Little Bunny', *Selseria autmnalis*
Mix erbaceo arbustivo 01	*Carex testacea, Sporobolus heterolepsis* 'Tara', *Rosmarinus officinalis, Ballota pseudodictamus, Salvia* 'Elba', *Cistus incanus, Micromeria thymifolia*
Mix erbaceo arbustivo 02	*Agave attenuata, Perovskia atriplicifolia* 'Blue spire', *Salvia* 'Blue Note', *Myrthus communis, Penstemon, Ceratostigma plumbaginoides, Mycromeria thymifolia*
Mix erbaceo arbustivo 03	*Calamagrostis* 'Karl Foester', *Salvia* 'Blue Note', *Salvia* 'Elba', *Achillea* 'Cassis', *Carex divulsa, Festuca glauca* 'Elijah blue', *Tubalghia violacea, Erigeron karvinskianus, Pottosporum tobira* 'Nanum'
Mix tappezzanti	*Mycromeria thimifolia, Cistus incanus*

L'impresa avrà l'obbligo di dichiarare la provenienza degli arbusti e dei rampicanti; questa dovrà essere accertata dalla D.L. con il supporto della D.A., la quale, comunque, si riserverà la facoltà di effettuare visite ai vivai sia per scegliere le piante (di migliore aspetto o comunque idonee per i lavori da realizzare) sia per scartare quelle che presenteranno eventuali difetti o tare di qualsiasi genere.

La D.L.\D.A. avrà quindi il diritto, a proprio insindacabile giudizio, sia di respingere piante non adatte sia di accettare la fornitura con riserva evidenziandone gli eventuali difetti.

L'Impresa dovrà sostituire a proprie spese le piante morte o sofferenti entro la prima stagione vegetativa successiva all'impianto nonché sostituire, anche successivamente, le piante in relazione a difetti di forniture o di manutenzione evidenziati per iscritto dalla D.L. con il supporto della D.A..

Su richiesta della D.L.\D.A dovrà essere fornito il passaporto fitosanitario, come previsto da normativa vigente.

In ogni caso l'Impresa dovrà fornire le piante esenti da malattie, parassiti e deformazioni, corrispondenti, per specie, caratteristiche e dimensioni (proiezione, densità, forma della chioma ecc.), al computo metrico estimativo e degli elaborati progettuali, scartando quelle con portamento stentato, irregolare o difettoso.

La parte aerea delle piante dovrà avere portamento e forma regolari, presentare uno sviluppo robusto, non "filato", che non dimostri una crescita troppo rapida o stentata. Gli arbusti dovranno essere ramificati a partire dal terreno, con non meno di cinque ramificazioni ed avere l'altezza proporzionata al diametro della chioma. L'apparato radicale dovrà essere ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari. Le piante dovranno essere consegnate in contenitore o con pane di terra.

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

Messa a dimora di specie erbacee

Per la messa a dimora specie erbacee risultano essere valide le norme generali descritte per l'impianto degli arbusti. I contenitori dovranno essere rimossi ed allontanati. La localizzazione delle specie e i sesti d'impianto vengono evidenziati negli elaborati grafici sopracitati.

Messa a dimora di arbusti e rampicanti

Per la messa a dimora di arbusti risultano essere valide le norme generali descritte per l'impianto gli alberi. La buca d'impianto sarà, di cm 40 x 40 x 40. Per le siepi sarà invece necessario scavare fossi di cm 50x50 per la lunghezza necessaria. I contenitori, se di tipo tradizionale (terracotta, plastica, ecc.), dovranno essere rimossi ed allontanati. Dopo l'impianto (in cui è prevista una bagnatura iniziale con litri 20) si dovrà innaffiare ogni pianta con un quantitativo d'acqua di 5 litri/giorno. Per l'irrigazione e per favorire la cattura delle acque di pioggia, si dovrà realizzare un'apposita conca poco profonda attorno alla pianta. La localizzazione delle specie e i sesti d'impianto vengono evidenziati negli elaborati grafici sopracitati.

Si rimanda all'elaborato MGE1PRLVURBCOMT006-00_B per il dettaglio tipologico.

20.6.7 Rampicanti

Le specie appartenenti a queste categorie dovranno avere almeno due getti robusti, essere dell'altezza richiesta (dal colletto all'apice vegetativo più lungo) ed essere fornite in zolla o in contenitore, secondo quanto prescritto precedentemente.

L'impresa avrà l'obbligo di dichiarare la provenienza degli arbusti e dei rampicanti; questa dovrà essere accertata dalla D.L. con il supporto della D.A., la quale, comunque, si riserverà la facoltà di effettuare visite ai vivai sia per scegliere le piante (di migliore aspetto o comunque idonee per i lavori da realizzare) sia per scartare quelle che presenteranno eventuali difetti o tare di qualsiasi genere. La D.L. supportata dalla D.A. avrà quindi il diritto, a proprio insindacabile giudizio, sia di respingere piante non adatte sia di accettare la fornitura con riserva evidenziandone gli eventuali difetti. L'Impresa dovrà sostituire a proprie spese le piante morte o sofferenti entro la prima stagione vegetativa successiva all'impianto nonché sostituire, anche successivamente, le piante in relazione a difetti di forniture o di manutenzione evidenziati per iscritto dalla D.L.\D.A. Su richiesta della D.L. o D.A. dovrà essere fornito il passaporto fitosanitario, come previsto da normativa vigente. In ogni caso l'Impresa dovrà fornire le piante esenti da malattie, parassiti e deformazioni, corrispondenti, per specie, cultivar caratteristiche e dimensioni (proiezione, densità, forma della chioma ecc.), al computo metrico estimativo e degli elaborati progettuali, scartando quelle con portamento stentato, irregolare o difettoso. La parte aerea delle piante dovrà avere portamento e forma regolari, presentare uno sviluppo robusto, non "filato", che non dimostri una crescita troppo rapida o stentata. Gli arbusti dovranno essere ramificati a partire dal terreno, con non meno di cinque ramificazioni ed avere l'altezza proporzionata al diametro della chioma. L'apparato radicale dovrà essere ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari. Le piante dovranno essere consegnate in contenitore o con pane di terra. Al momento della fornitura, l'Impresa nel sottoporre il materiale da fornire all'approvazione della committenza dovrà fornire una certificazione da parte del produttore riguardante la corrispondenza dei prodotti alle normative vigenti nonché le prove di controllo qualità a cui sono stati sottoposti.

Qui di seguito un elenco dei mix di specie rampicanti:

Mix rampicanti	*Hedera helix* 'variegata', *Bougainvillea glabra*

Si rimanda all'elaborato MGE1PRLVURBCOMT006-00_B per il dettaglio tipologico.

20.6.8 Sementi per prati

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. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di prelevare, all'atto della semina, campioni di semente ed eseguire le opportune verifiche.

La Direzione Lavori e/o il Collaudatore in corso d'opera si riservano il diritto di effettuare analisi sulle sementi per testarne purezza e germinabilità presso un laboratorio specializzato. I costi di tale analisi saranno sostenuti dall'Appaltatore. Ogni eventuale costo o ritardo dovuto alla mancanza di rispondenza alle specifiche di progetto sarà attributo alla sola responsabilità dell'appaltatore, anche se si trattasse di diserbi totali, ripetizione delle lavorazioni e risemina. Per evitare l'alterazione e il deterioramento, le sementi devono essere immagazzinate in locali freschi, ben aerati e privi di umidità.

Semina

La semina di regola dovrà essere intrapresa con temperatura del suolo superiori a 8° C e sufficiente umidità, scegliendo il periodo più adatto ad assicurare la prescritta composizione floristica. Le sementi dovranno essere selezionate e rispondenti esattamente al genere, alla specie ed alle varietà concordate. L'eventuale mescolanza delle sementi di diverse specie (in particolare per tappeti erbosi) dovrà rispettare le percentuali richieste. Il miscuglio proposto dovrà essere fornito da ditte primarie produttrici di sementi e risultare di specifico impiego per tappeti erbosi con elevata resistenza al calpestio in zone fitoclimatiche e a substrato pedologico analoghe al territorio locale.

La semina avverrà a spaglio, a mano o a macchina a seconda della dimensione dell'area ma comunque seguendo il metodo delle semine incrociate per ottenere una distribuzione uniforme del seme. Se si impiega seme minuto, è opportuno miscelarlo con materiale inerte (sabbia silicea) allo scopo di favorire la omogeneità della distribuzione. 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 quantità di sementi deve essere determinata, previa considerazione del numero dei semi per grammo delle singole specie. Di regola vengano seminati da 30.000 a 50.000 semi per ogni m2 di superficie; nel caso in esame la dose di seme da impiegare è quella massima per compensare le perdite dovute all'attività degli uccelli di città. Dopo la distribuzione, la semente deve essere introdotta nel suolo uniformemente, tuttavia a profondità non superiore a 0,3-0,5 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 con acqua finemente suddivisa, per evitare il ruscellamento, la messa allo scoperto dei semi e la formazione di una crosta superficiale, fino a risultare imbevuto d'acqua fino alla profondità di almeno 5 cm. Tutte le aree a prato dovranno rimanere interamente segregate fino al completo sviluppo della copertura, assestamento del suolo e almeno fino all'esecuzione del secondo taglio. Durante questo periodo occorrerà provvedere alla colmatura di eventuali buche o avvallamenti ed alla trasemina di zone a prato non perfettamente ricoperte.

Si rimanda all'elaborato MGE1PRLVURBCOMT006-00 per il dettaglio tipologico.

20.6.9 Garanzia d'attecchimento

L'impianto si riterrà ultimato quando tutte le operazioni di cui sopra saranno state completate e ne sarà stata data evidenza alla D.L. con il supporto della D.A.. Le obbligazioni contrattuali dell'ESECUTORE non si esauriscono con la messa a dimora delle essenze prative, arbustive e arboree, ma richiedono un ulteriore periodo di interventi finalizzati ad un completo attecchimento delle varie specie vegetali. La garanzia di attecchimento dovrà essere prestata per l'intero periodo di manutenzione che non potrà essere inferiore a 3 anni calcolata a partire dalla data di ultimazione dei lavori (ovvero con il completamento della messa a dimora dell'impianto). L'ESECUTORE, infatti, ha l'obbligo di garantire un attecchimento delle Opere a Verde superiore od uguale all'80%, fatto salvo per il verificarsi di eventi straordinari non dipendenti da volontà o colpe specifiche. A tal fine, l'ESECUTORE attua un piano di controllo degli attecchimenti per ciascuna tipologia di opera a verde, della cui attuazione dà evidenza formale alla D.L.

Tale piano di controllo si articola in tre momenti:

1. 1. prima verifica di attecchimento: dopo un anno dalla data di ultimazione dei lavori;
2. 2. seconda verifica di attecchimento: dopo due anni dalla data di ultimazione dei lavori;
3. 3. terza verifica di attecchimento: dopo tre anni dalla data di ultimazione dei lavori.

L'attecchimento si intende avvenuto quando le piante si presentano sane ed in buono stato vegetativo.

In ogni verifica la D. L., in contraddittorio con l'ESECUTORE, procederà all'analitica rilevazione di stato delle Opere a Verde e redazione del verbale di verifica attecchimento; soltanto in caso di esito positivo della verifica, ovvero rilevando un grado di attecchimento superiore od uguale all'80%, la D.L. potrà disporre all'ESECUTORE il pagamento di un'aliquota dell'importo previsto in funzione dello stato di avanzamento dell'opera, ovvero:

- il 30% al completamento della messa a dimora dell'impianto;
- il 30 % all'esito positivo della prima verifica di attecchimento;
- il 20% all'esito positivo della seconda verifica di attecchimento;
- il 20 % all'esito positivo della terza verifica di attecchimento.

Si precisa che l'ESECUTORE dovrà comunque provvedere a sostituire ogni pianta fallata con n. 1 pianta di pari taglia, specie e varietà. Nel caso in cui l'attecchimento risulti essere inferiore all'80%, la D.L. non disporrà il pagamento dell'aliquota spettante all'ESECUTORE e potrà imporre allo stesso di ampliare, senza alcun compenso aggiuntivo, il periodo di garanzia e la contestuale attività manutentoria per un ulteriore ciclo vegetativo. Fino all'ultimazione delle verifiche di attecchimento, l'ESECUTORE dovrà proseguire l'azione manutentoria. L'ESECUTORE cesserà da tale obbligazione soltanto dopo l'emissione degli atti di verifica finale di attecchimento, che in ogni caso dovrà avvenire entro cinque anni dalla prima messa a dimora pena la non corresponsione del saldo.

20.7 Pacchetto per verde pensile

Si segnala che il pacchetto colturale per pensile è previsto laddove strutture interrate come il locale tecnico di Parenzo o vasche di laminazione presentino in superficie opere a verde.

Premessa

La normativa di riferimento per la realizzazione delle aree a verde pensile intensivo ed estensivo è la UNI 11235:2015. La normativa definisce i seguenti elementi primari, ovvero quelli che devono sempre essere presenti nella stratigrafia progettuale:

1. Elemento portante
2. Elemento di tenuta all'acqua
3. Elemento di protezione all'azione delle radici
4. Elemento di protezione meccanica
5. Strato drenante
6. Strato di accumulo idrico
7. Elemento filtrante
8. Strato colturale

Questo documento individua e descrive gli aspetti relativi ai punti 5-6-7-8. I punti 1-2-3-4 sono invece demandati alla progettazione strutturale architettonica ed impiantistica. In linea generale la struttura di copertura che costituisce il supporto di base deve essere progettata a regola d'arte e rispettare tutte le relative normative in vigore. Si terrà inoltre conto delle raccomandazioni riguardanti la compatibilità e la resistenza del supporto con l'impermeabilizzazione ed il sistema a verde pensile prescelti.

Il supporto, costituito da massetto in calcestruzzo gettato in opera o in elementi prefabbricati dovrà:
presentarsi liscio;
asciutto;
pulito;
con angoli a spigoli regolari;
pendenze già realizzate verso gli scarichi con pendenze minime dell'1%;
impermeabilizzazione anti-radice già realizzata a regola d'arte.

I bocchettoni di scarico: dovranno essere di dimensioni ed in numero adeguato evitando che elementi sporgenti della copertura (lucernari, camini, bocchettoni ecc.) impediscano il libero flusso dell'acqua.

Dovrà essere cura della Stazione appaltante la realizzazione degli scarichi all'interno del solaio, in modo da poter essere ispezionati attraverso i pozzetti previsti dal sistema, inoltre le bocchette dovranno risultare leggermente più basse del piano di finitura del solaio in modo da facilitare il deflusso dell'acqua.

20.7.1 Pacchetto verde pensile estensivo multistrato

Il sistema a verde pensile adottato sarà del tipo multistrato tipo verde pensile estensivo a risparmio idrico controllato RIC per prato naturale o equivalente, costituito da feltro ritentore e di protezione meccanica, elemento di accumulo drenaggio aerazione e controllo del flusso di vapore, telo filtrante e substrato, con i requisiti previsti dalla norma UNI 11235.

<u>Caratteristiche del sistema</u>

Il peso a massima saturazione idrica del sistema esclusa la vegetazione non è superiore a 197 kg/m²;

dati sistema a 12 cm di substrato: volume d'aria a PF1 ≥ 63 l/m²;

capacità di accumulo idrico del sistema ≥ 66 l/m²;

Il coefficiente di deflusso del sistema certificato da istituti indipendenti dovrà essere per spessore di substrato pari a 12 cm C ≤ 0.24. Il sistema dovrà garantire un quantitativo di acqua disponibile per le piante (con potenziale idrico tra 0 e -1,5 MPa) non inferiore a 7,8 l/m²;

La stratigrafia dovrà prevedere ungeotessile di ritenzione a rilascio idrico controllato tipo Idromant 4 o equivalente che dovrà avere una capacità di assorbimento idrico, assorbimento idrico pari a 8,60 l/m² (EN 344), ritenzione idrica dopo 16 ore a 20°C pari a 5,0 l/m² (EN 344).

<u>Elemento drenante tipo "MediDrain MD 40" o equivalente a norma UNI 11235</u>

L’ elemento drenante dovrà avere una conducibilità idraulica totale a 20kPa (secondo norma EN ISO 12958) a gradiente idraulico i = 0,01 non inferiore a 1,5 l/sm e a gradiente idraulico i = 0,1 non inferiore a 4,6 l/sm.

Elemento drenante tipo “TerraMediterranea TME” o equivalente a norma UNI 11235

Il substrato avrà le seguenti caratteristiche: massa di particelle con granulometria < 0,05mm inferiore al 3%, velocità di infiltrazione compresa tra 15 e 60 mm/min, capacità di scambio cationico1 superiore a 15 meq/100g, la sostanza organica2 inferiore al 5% in massa. Al punto di appassimento permanente (-1,5 MPa), il contenuto d’acqua è inferiore all’8% v/v. La quantità d’acqua disponibile per le piante è superiore al 26% v/v. Peso a massima saturazione 1400 kg/mc. Il Substrato andrà distribuito in spessore compattato di spessore variabile, dagli 11 cm fino ai 50 cm.

Drenaggi verde pensile

Profilo drenante in acciaio tipo “PPD-80/120-2 o” o equivalente da predisporre in prossimità dei perimetri a confinamento delle fasce drenanti di ghiaia perimetrali e a separazione tra ghiaia e substrato. Il profilo dovrà essere munito di fessure sull’ala verticale e su quella di appoggio e, avere una lunghezza pari a 2 m, altezza variabile. I profili verranno posati in linea impiegando gli appositi connettori. Potranno inoltre essere fissati utilizzando appositi connettori PPD FIX.

20.8 Materiali complementari alle opere a verde

20.8.1 Sistema di ancoraggio e impianto degli alberi

Gli ancoraggi sono quei sistemi di supporto (tutori) che permettono di fissare al suolo le piante nella posizione corretta per lo sviluppo. Tutti gli alberi accresciuti di nuovo impianto dovranno essere muniti di tutori. L'ancoraggio dovrà avere una struttura appropriata al tipo di pianta da sostenere e alla tipologia di substrato e capace di resistere alle sollecitazioni generate da agenti atmosferici, urti, atti vandalici o altro.

Nel caso specifico le alberature messe a dimora sanno supportare da pali tutori in legno per alberi accresciuti.

I pali dovranno essere di legno, diritti, scortecciati, appuntiti dal lato con il diametro maggiore e trattati con sostanze ad effetto imputrescibile (almeno per 1 m dal lato appuntito). I pali andranno conficcati nella buca della pianta prima della sua messa a dimora, per una profondità di 50-80 cm almeno, comunque al termine della piantagione dovranno essere piantati per oltre 50 cm nel terreno, utilizzando mezzi meccanici idonei (escavatore) o manuali. I tutori andranno conficcati nel terreno verticalmente in numero di uno se la pianta da sostenere è un arbusto o albero inferiore a 1,8 m di altezza, negli altri casi con 2-3 o 4 pali, per altezza e diametro (comunque mai inferiore a 8 cm) adeguati alle dimensioni della pianta da sostenere e legati solidamente tra loro con legature di colore marrone, verde o nero. I pali di sostegno, sia verticali che obliqui, devono essere posizionati nei confronti delle piante in modo da tenere conto della direzione del vento predominante. Le teste dei pali, dopo l'infissione, non devono presentare fenditure: in caso contrario, dovranno essere rifilate. I pali dovranno essere legati alle piante in modo solidale per resistere alle sollecitazioni ambientali, pur consentendo un eventuale assestamento. Al fine di non provocare abrasioni o strozzature al fusto, le legature, dovranno essere realizzate per mezzo di collari speciali creati allo scopo o di adatto materiale

elastico (guaine in gomma, nastri di plastica, ecc.) oppure con funi o fettucce di fibra vegetale, ma mai con filo di ferro o materiale anaelastico. Sia i tutori che le legature non dovranno mai essere a contatto diretto con il fusto, per evitare abrasioni. Dovrà essere sempre interposto un cuscinetto antifrizione (gomma o altro).

20.8.2 Collarino

Per evitare i danni al colletto dei soggetti arborei eventualmente provocati in fase di manutenzione del tappeto erboso, il colletto dei soggetti arborei sarà protetto con un collarino realizzato con spezzone di almeno 30 cm di tubazione corrugata di diam. 120/160 opportunamente posizionata.

20.8.3 Concimazioni pre-impianto

Per la concimazione dovranno essere usati, secondo le indicazioni della D.L. con il supporto della D.A., fertilizzanti minerali e/o organici. I concimi minerali (semplici, composti, complessi ecc.) dovranno avere il titolo dichiarato ed essere forniti nell'involucro originale della fabbrica. I concimi organici (letame, residui organici vari, ecc.) dovranno essere raccolti presso luoghi o fornitori autorizzati dalla D.L./D.A. La torba dovrà essere della miglior qualità, acida, poco decomposta, confezionata in balle compresse e sigillate. Il concime dovrà essere somministrato immediatamente prima della realizzazione dei prati e della piantagione di essenze arboree o arbustive, sempreché il tipo di concime non richieda un'applicazione anteriore. Nel caso di utilizzo di concimi minerali complessi (NPK+Mg) essi dovranno contenere azoto in forma nitrica ed ammoniacale a pronta azione, ed azoto ad azione prolungata presente in quantità non inferiore al 50% della quantità totale. Il concime dovrà essere distribuito uniformemente, evitando in particolare le sovrapposizioni di strisce, nel caso di spandimento a macchina. Le macchine per lo spandimento del concime dovranno essere caricate esternamente alla superficie da concimare. Il concime dovrà essere introdotto uniformemente nello strato di suolo vegetale.

20.8.4 Strato pacciamante

20.8.4.1 *Pacciamatura in corteccia di conifera*

Il substrato colturale verrà protetto dalla erosione fino alla completa copertura da parte della vegetazione di impianto, con uno strato di pacciamatura biodegradabile. Le tipologie di pacciamatura previste sono due: nel caso di posa degli arbusti, un telo pacciamante biodegradabile verrà sovrastato da uno strato di corteccia di pino di piccole dimensioni (0.8-2 cm) pari a 5 cm circa.

I materiali per pacciamatura dovranno essere forniti nei contenitori originali con indicazione della quantità, del contenuto e dei componenti.

Il telo pacciamante biodegradabile è un telo di elevato spessore costituito da fibre vegetali intrecciate. Il materiale dovrà essere sottoposto all'approvazione della Direzione Lavori prima della sua installazione.

La pacciamatura di corteccia impiegata alla base degli arbusti dovrà essere di pino marittimo o silvestre di prima scelta selezionata e ventilata, frantumazione nelle misure da 8 a 20 mm.

20.8.4.2 *Pacciamatura in ghiaino*

In prossimità delle pile il substrato colturale per la messa a dimora delle rampicanti è coperto da uno strato di ghiaino per uno spessore pari a 5 cm circa. La pezzatura della ghiaia di fiume sarà di 20-40 mm.

20.8.5 Materiali in genere

L'Appaltatore è tenuto a fornire tutto il materiale indicato negli elaborati progettuali, nella quantità necessaria a realizzare l'opera. Tutti i materiali occorrenti per i lavori dovranno essere della migliore qualità esistente in commercio, omogenei, privi di difetti e in ogni caso di qualità uguale o superiore a quella prescritta dal presente Capitolato, dal progetto o dalle normative vigenti e devono essere accettati, dalla Direzione Lavori. L'Appaltatore è libero di scegliere la provenienza del materiale purché, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, i materiali siano di qualità accettabile. L'Appaltatore è obbligato a notificare la provenienza dei materiali alla Direzione Lavori, in tempo utile, quest'ultima, se lo riterrà necessario, potrà fare un sopralluogo con l'Appaltatore sul luogo di provenienza del materiale da impiegare, prelevando anche dei campioni da far analizzare a spese dell'Appaltatore. L'Appaltatore è tenuto, in qualunque caso, a presentare i certificati delle analisi eseguite sul materiale prima della spedizione del materiale stesso, se richiesto dalla Direzione Lavori; saranno accettati senza analisi i prodotti industriali standard (concimi minerali, fitofarmaci, ecc.) imballati e sigillati nell'involucro originale del produttore. L'Appaltatore deve rispettare le disposizioni del DM 19 aprile 2000, n. 145 "Regolamento recante il capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici" agli articoli 15, 16, 17. L'Appaltatore deve prestarsi in qualunque momento, su richiesta della Direzione Lavori, per fare analizzare dei campioni di materiale da impiegare o impiegato e sui manufatti prefabbricati o formati in opera, per verificarne la qualità e la corrispondenza con le caratteristiche tecniche indicate nel presente Capitolato, dal progetto, dalle normative vigenti o dalla Direzione Lavori. Il prelievo dei campioni verrà eseguito in contraddittorio e di ciò verrà steso apposito verbale. I campioni delle forniture consegnati dall'Appaltatore, che debbono essere inviati a prova in tempo successivo a quello del prelievo, potranno essere conservati negli uffici della Stazione Appaltante, muniti di sigilli a firma della Direzione Lavori e dell'Appaltatore, nei modi più adatti a garantire l'autenticità e l'inalterabilità.

In mancanza di una specifica normativa di legge o di Capitolato, le prove dovranno essere eseguite presso un Istituto autorizzato, la fabbrica di origine o il cantiere, a seconda delle disposizioni della Direzione Lavori. L'Appaltatore dovrà sostituire, a sua cura e spese, il materiale non ritenuto conforme dalla Direzione Lavori, con altro corrispondente ai requisiti richiesti. In ogni caso, tutte le spese per il prelievo, la conservazione e l'invio dei campioni, per l'esecuzione delle prove, per il ripristino dei manufatti che si siano eventualmente dovuti manomettere, nonché tutte le altre spese simili e connesse, sono a totale, esclusivo carico dell'Appaltatore. L'approvazione dei materiali presso i fornitori o in cantiere non sarà considerata come definitiva. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di scartare quei materiali che si siano alterati, per qualunque ragione durante il trasporto, o dopo l'introduzione in cantiere. La Direzione Lavori si riserva il diritto di farli analizzare in qualsiasi momento per verificarne le caratteristiche tecniche. L'Appaltatore resta comunque totalmente responsabile della riuscita delle opere, anche per quanto dipende dai materiali stessi, la cui accettazione non pregiudica in nessun caso i diritti della Stazione Appaltante in sede di collaudo. Nel caso in cui venisse accertata la non corrispondenza alle prescrizioni contrattuali dei materiali e delle forniture accettate e già poste in opera, si procede come disposto dal DM 19 aprile 2000, n. 145 "Regolamento recante il capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici" agli articoli 18, 19. Lo smaltimento degli imballaggi in cui è stato trasportato tutto il materiale è a completo carico dell'Appaltatore. Tali prove potranno

essere effettuate sia in corso dei lavori che alla fine degli stessi. I risultati si riterranno positivi se i valori risulteranno contenuti entro i limiti minimi fissati dalle norme CEI stesse. Tali verifiche e prove verranno effettuate con personale e mezzi messi a disposizione dalla ditta esecutrice. Per tale onere non è previsto alcun compenso. Il Direttore dei Lavori, qualora riscontri dalle prove preliminari imperfezioni di qualsiasi genere relative ai materiali impiegati od all'esecuzione, prescriverà con appositi ordini di servizio i lavori che l'impresa dovrà eseguire per mettere gli impianti nelle condizioni contrattuali e il tempo concesso per la loro attuazione; e soltanto dopo aver accertato con successive verifiche e prove che gli impianti corrispondono in ogni loro parte alle dette condizioni redigerà il verbale di ultimazione dei lavori facendo esplicita dichiarazione che da parte dell'impresa sono state eseguite tutte le modifiche richieste in seguito alle prove preliminari. Si intende che nonostante l'esito favorevole di esse la ditta rimane responsabile delle deficienze di qualunque natura e origine che abbiano a riscontrarsi fino al collaudo definitivo, e fino a scadenza del tempo di garanzia, che resta fissato in 12 mesi dalla data del collaudo definitivo predetto.

20.9 Controlli sull'esecuzione dei lavori

Per garantire la qualità della realizzazione delle opere paesaggistiche, come previsto dalla normativa in materia di lavori pubblici, dovranno essere effettuati i seguenti controlli:

- durante la realizzazione degli impianti per verificare la qualità dei materiali impiegati (vegetali e non) e le modalità di realizzazione;
- subito dopo la messa a dimora dell'impianto (in corrispondenza dell'ultimazione dei lavori) per verificare che l'intervento sia stato realizzato a regola d'arte come da progetto;
- annualmente, nelle stagioni vegetative successive a quella d'impianto (in corrispondenza delle verifiche di attecchimento) per verificare l'efficacia delle manutenzioni eseguite;
- controllo finale (collaudo), in corrispondenza dell'ultima verifica di attecchimento, per verificare l'affermazione delle piante e per avere garanzia che le cure colturali siano state effettuate.

ART. 21. OPERE VARIE

21.1 Reti di distribuzione

Il presente capitolo riguarda tutti quei lavori connessi con la costruzione di reti di distribuzione o di raccolta di qualsiasi tipo, connesse con la costruzione di manufatti.

Riguarda altresì la deviazione e/o i rifacimenti di reti esistenti ed interferenti con la linea e/o con le reti in costruzione, seppure queste è previsto vengano progettate ed eseguite dagli Enti Gestori.

Le indicazioni contenute in questo articolo potrebbero essere comunque valide nel caso delle lavorazioni legate agli allacci alle reti principali.

21.1.1 Scavi

La gestione delle terre e rocce da scavo dovrà avvenire secondo quanto prescritto dalle Norme in materia ambientale e secondo quanto prescritto nei capitoli “Movimenti terra” e “Gestione delle rocce e terre da scavo” del Capitolato.

21.1.1.1 *Generalità*

L’Appaltatore accerterà, a sua cura e spese, la presenza di tutti quei servizi che possono interessare lo scavo e li segnalerà sul terreno.

L’Appaltatore eseguirà poi il tracciato dello scavo sia come larghezza sia come andamento dell'asse, in modo che lo scavo risulti il meno possibile interessato dai servizi individuati.

L’Appaltatore non dovrà, in alcun caso, manomettere, spostare o tagliare cavi o qualsiasi tubazione interrata o quant'altro interferente con lo scavo, prima di averne accertata la natura e la funzione e prima di aver avuto le necessarie autorizzazioni dal proprietario/esercente; in ogni caso il tutto dovrà essere sempre segnalato alla D.L..

Il taglio dell'eventuale manto stradale e della fondazione o la demolizione della pavimentazione di qualsiasi tipo e spessore dovranno essere effettuati con adatti mezzi d'opera. Il taglio del manto di usura e della fondazione dovrà essere eseguito in modo da evitare danni, non strettamente necessari, alla pavimentazione e non dovrà avere, di norma, una larghezza superiore di 20 cm. rispetto a quella dello scavo. L’Esecutore provvederà direttamente a richiedere le autorizzazioni che si rendessero necessarie al proprietario/gestore di una opera su cui si dovrà intervenire, senza alcun tipo di onere aggiuntivo da corrispondere da parte della Stazione appaltante.

Gli scavi per qualsiasi genere di lavoro, eseguiti a mano e/o con mezzi meccanici, in terreni e/o materiali di riporto di qualsiasi natura e consistenza, sia all'asciutto che in acqua, dovranno essere eseguiti così come impongono le leggi vigenti in materia di sicurezza su lavoro e la buona tecnica. Essi avranno dimensioni tali da consentire la posa delle tubazioni interrate secondo la normativa vigente.

Sarà cura e onere dell’Appaltatore evitare franamenti delle pareti dello scavo, per tutto il tempo durante il quale gli scavi rimarranno aperti; a tale scopo dovrà provvedere ad effettuare le necessarie ed idonee opere provvisionali a sostegno delle pareti dello scavo.

Resteranno a totale carico dell’Appaltatore tutti gli oneri connessi con i lavori necessari alla rimozione di eventuali materiali franati nello scavo già eseguito e il riempimento della maggiore sezione di scavo con materiale e modalità idonei. L’Appaltatore risponderà dei danni arrecati a persone o cose a seguito di frane e smottamenti.

21.1.1.2 *Difesa dalle acque*

L’Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese:

- alla realizzazione e manutenzione delle opere necessarie affinché le acque, anche piovane, che eventualmente scorrono sulla superficie del terreno, siano deviate in modo da non riversarsi negli scavi;

- alla rimozione di ogni impedimento che si opponga al regolare deflusso delle acque e di ogni causa di rigurgito, anche ricorrendo all'apertura di fossi di guardia, di canali fugatori, scoline, pozzi perdenti ecc.

Il tutto sarà eseguito senza provocare danni ad altri manufatti od opere e senza causare interruzioni nei lavori degli impianti in genere. In ogni caso, i materiali destinati alla costruzione delle reti non dovranno essere usati per la creazione di fossi o canali per il convogliamento di acque e per la copertura, anche provvisoria, di fossati.

21.1.1.3 *Utilizzazione dei materiali di risulta*

I materiali provenienti dagli scavi di ogni genere o dalle demolizioni potranno essere riutilizzati per i rinterri, ove ritenuti idonei, nel rispetto di quanto prescritto dalla normativa vigente in materia e dai capitoli “Movimenti terra” e “Gestione delle terre e rocce da scavo” del Capitolato.

L’Appaltatore dovrà eseguire i lavori di scavo e di rinterro in modo tale da non creare situazioni di pericolo e non recare danno ai fabbricati e alle opere limitrofe. Dovrà inoltre aver cura di non danneggiare la pavimentazione stradale con il movimento dei propri mezzi.

L’Appaltatore dovrà pertanto adottare, a sua cura e spese, tutti i provvedimenti atti ad evitare danni e a garantire l'incolumità di persone e cose restando di tali rischi l'unico responsabile.

21.1.1.4 *Scavi per la manutenzione di tubazioni e opere accessorie*

Questi lavori saranno normalmente eseguiti per rendere possibili interventi su reti esistenti (riparazioni dispersioni, collegamenti, adeguamento di reti, ecc.).

L’Appaltatore, oltre ad osservare tutte le modalità precedentemente descritte, dovrà usare particolari accorgimenti per non danneggiare la rete già posta in opera.

In particolare:

- nelle fasi iniziali di scavo, si dovrà operare con la massima cura e attenzione in modo tale da individuare esattamente la posizione e la profondità della rete e degli eventuali servizi adiacenti;
- potranno essere usati mezzi meccanici per lo scavo avendo sempre cura che gli stessi non vengano mai a contatto con la rete; la restante parte dello scavo dovrà essere eseguita a mano;
- dovranno essere messi in atto tutti gli accorgimenti atti ad evitare deformazioni dell'asse geometrico della rete, abbassamenti e/o galleggiamenti che possano provocare danni alla rete esistente o in costruzione.

21.1.1.5 *Movimentazione e stoccaggio dei materiali*

Tutti i materiali dovranno essere stoccati in maniera tale da evitare qualsiasi tipo di danno al materiale stesso e/o al loro rivestimento. In particolare si dovrà:

- stoccare al chiuso o in area coperta tutti quei materiali che possono danneggiarsi per esposizione alle intemperie (sole, polvere, gelo, etc.);

- non accatastare in pila i materiali, e in ogni caso interporre tra gli strati opportuni distanziatori;
- movimentare i materiali con mezzi opportuni e con l'uso di braghe a fascia di larghezza opportuna;
- è escluso in ogni caso lo scarico dei materiali mediante caduta dello stesso dal mezzo di trasporto. In casi particolari è tollerato l'uso di scivoli inclinati, purché il materiale da scaricare sia opportunamente trattenuto;
- nel caso il materiale venga predisposto a piè d'opera per ulteriori lavorazioni si dovranno adottare tutti gli accorgimenti atti ad evitare danneggiamenti al materiale o al suo rivestimento;
- nel caso di stoccaggio di materiali pericolosi (infiammabili, esplodenti, etc.) dovranno adottarsi tutte le misure imposte dalle normative vigente quali, ma non limitatamente:
  - ventilazioni dei magazzini chiusi;
  - protezioni dai raggi del sole;
  - recinzioni particolari;
  - zone di rispetto.

21.1.2 Posa in opera delle reti interrate

21.1.2.1 *Posa in opera cavi interrati*

La posa in opera dei cavi interrati riguarda il tiraggio dei cavi posti in trincea, dei cavi direttamente interrati, dei cavi posati in cunicoli di cemento, dei cavi tirati in tubo.

Tutti i cavi in matasse o bobine dovranno essere trasportati e posati in modo da evitare danneggiamenti. Non è consentito il rotolamento delle bobine, tranne per i piccoli spostamenti e per la sistemazione delle bobine sui cavalletti.

Ogni cavo sarà posato in trincee o canalette in cemento sopra uno strato di sabbia, in accordo ai disegni di progetto.

Lo svolgimento del cavo dovrà essere eseguito con le bobine sul carrello o su cavalletti che ne consentano la facile rotazione e tirando il cavo in modo che lasci la bobina dal basso.

Durante la posa il cavo deve appoggiare su rulli posati tra di loro a una distanza tale che il cavo non strisci sul terreno o sulla sabbia.

Il tiraggio dei cavi sarà eseguito a mano o mediante adatte macchine tiracavi rispettando il massimo sforzo di trazione ammesso dal costruttore dei cavi stessi. L'Appaltatore deve accertarsi presso il fornitore in merito ai valori di cui sopra.

Il taglio a misura dei cavi dovrà essere fatto all'atto della posa in opera degli stessi, lasciando conveniente margine per l'esecuzione delle terminazioni.

Una volta eseguito il taglio della pezzatura della bobina, i terminali del cavo e quello rimasto sulla bobina dovranno essere sigillati in maniera corretta.

La posa dei cavi dovrà essere effettuata in accordo alle sezioni ed ai disegni di progetto. La spaziatura tra i cavi dovrà essere realizzata in accordo al progetto.

Tutti i cavi dovranno essere identificati lungo il loro percorso mediante fascette in plastica o in piombo collocate ogni 30/40 m, recanti il contrassegno del cavo.

Nel caso in cui il cavo debba essere posato in apposito tubo, tutte le tubazioni portacavi dovranno essere accuratamente pulite e soffiate con aria prima dell'infilaggio. I cavi saranno infilati sui tubi portacavi già completi e fissati in tutte le loro parti.

Nel caso di posa su apposite canalette portacavi, ogni cavo dovrà essere posato su passerelle già complete e fissate in ogni loro parte. I cavi dovranno essere posati in maniera da assumere un andamento il più possibile rettilineo e dovranno essere fissati con fascette fermacavo in PVC o con morsetti metallici nel caso di passerelle verticali.

21.1.2.2 *Posa in opera di tubazioni interrate*

La posa in opera delle tubazioni interrate riguarda le operazioni connesse con la stesura dei tubi, sigillatura dei giunti e collaudo delle linee interrate.

Le tubazioni potranno essere in acciaio, PVC, PRFV, PEAD cemento e del tipo ovoide in cemento armato vibrato o comunque come mostrato sui disegni di progetto. Le linee dovranno essere poste in opera con le pendenze indicate, poggiate su idoneo sottofondo in modo da non danneggiare la tubazione e/o il suo rivestimento.

Tutti i materiali saranno forniti da qualificati rivenditori in grado di assicurare e fornire i quantitativi di materiali congrui con l'opera da eseguire e le relative certificazioni.

Le tubazioni prima del collaudo dovranno essere pulite mediante soffiaggio e nel caso di acqua potabile o sanitaria mediante lavaggio.

L'Appaltatore dovrà predisporre tutta l'attrezzatura necessaria per le operazioni sopra descritte.

Per tutte le tipologie di materiali usati, ove non già definito in progetto, l'Appaltatore dovrà comunicare alla D. L. le procedure di connessione (giunti saldati, giunti incollati, giunti a bicchiere, ecc.) che intende utilizzare.

Per tubazioni convoglianti liquidi e gas attraversanti la linea ferroviaria adiacente a quella in progetto o poste in parallelo ad essa dovranno adottarsi tutti gli accorgimenti e prescrizioni dettati dal D. Min. Infrastrutture e Trasporti 04/04/2014 "Norme Tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto".

21.1.2.3 *Modifiche di reti esistenti*

Nel caso di interferenze con reti esistenti, interrate e non interrate, tali da richiedere una modifica di tracciato della rete esistente l'Appaltatore provvederà direttamente a produrre le necessarie autorizzazioni, a prendere i necessari accordi con l'Ente proprietario delle reti, a concordare le modalità operative di intervento, informando comunque e costantemente la Direzione Lavori, senza alcun tipo di onere aggiuntivo da corrispondere all'Appaltatore.

Resta inteso che la modifica di tracciato sarà eseguita rispettando tutte le norme, specifiche e procedure in vigore presso l'Ente proprietario.

21.1.2.4 *Riempimenti*

21.1.2.4.1 Generalità

Nel caso di scavi all'interno dei quali siano presenti tubazioni e/o cavi, il rinterro dovrà essere eseguito con modalità e materiali di riempimento idonei come per legge; in particolare l'Appaltatore dovrà evitare che sassi, massi, materiali di risulta, spezzoni di altre tubazioni, siano gettati all'interno dello scavo. Il rinterro di scavi, all'interno dei quali siano presenti tubazioni in polietilene, deve essere effettuato in maniera tale da consentire che il tubo si assesti assumendo la temperatura del terreno. In particolare una delle estremità della tratta della condotta dovrà essere mantenuta libera di muoversi curando che il riempimento dello scavo abbia inizio dalla parte opposta.

Sono ammessi rinterri parziali nel caso sia necessario "bloccare" la tubazione; in ogni caso dovranno rimanere scoperte ed ispezionabili tutte le giunzioni, fino ad effettuazione con esito positivo dei collaudi previsti.

21.1.2.4.2 Materiali

Si definiscono due classi di materiale di riempimento:

- materiale di riempimento di tipo A, posato immediatamente sotto, sopra e di fianco alla rete secondo le modalità e gli spessori di progetto;
- materiale di riempimento di tipo B, posato al di sopra del materiale di tipo A fino alla quota del piano di campagna o alla quota di inizio della sottofondazione della pavimentazione e, comunque, non a contatto con la rete.

Il materiale di tipo A dovrà essere un materiale prevalentemente costituito da sabbia o pozzolana o comunque come previsto in sede di progetto e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- almeno il 95% in peso del materiale dovrà avere dimensioni inferiore a 6 mm;
- almeno il 70% in peso del materiale dovrà avere dimensioni inferiori a 2 mm;
- non più del 5% in peso del materiale dovrà avere dimensioni inferiori a 0,063 mm (UNI 11531-1/2014);
- dovrà essere esente da detriti, materiale organico, pietre o qualsiasi altro materiale estraneo.

Il materiale di riempimento di tipo B dovrà essere preferibilmente costituito da sabbia, ghiaia e ciottoli o pozzolana, onde precostituire un buon sottofondo per le pavimentazioni stradali.

Ove non esistessero problemi di pavimentazione e/o di servizi vicini potrà essere utilizzato, nel rispetto delle norme vigenti, materiale di risulta, il quale dovrà comunque essere esente da detriti, materiale organico e pietre di grosse dimensioni (> di 20 cm).

La posa in opera del materiale di rinterro di tipo A dovrà avvenire secondo le modalità indicate di seguito:

- strato di fondazione sotto la rete: deposto sul fondo dello scavo a strati di spessore non superiore di 15 cm, compattato a mano con cura ordinaria mediante l'utilizzo di pala. Il materiale dovrà

essere posto in opera per tutta la larghezza della trincea. Lo spessore minimo finale dello strato al di sotto della rete dovrà essere come da progetto e comunque non inferiore a 7 cm;
- strato o strati di rinfianco: la compattazione dello stesso sarà prescritta in fase di progetto;
- strato di copertura: dovrà essere posto in opera senza compattazione realizzando lo spessore di progetto e comunque uno spessore non inferiore a cm 15.

La posa in opera del materiale di tipo B dovrà sempre avvenire in modo tale da evitare che venga meno lo spessore di ricoprimento minimo di progetto per il materiale di tipo A. Una compattazione a strati di spessore non superiori a 30 cm con piastra vibrante o similare dovrà essere eseguita laddove è previsto l'uso di materiale granulare grossolano sotto a pavimentazioni stradali. Una compattazione ordinaria è da prevedersi in casi diversi.

L'Appaltatore dovrà sempre accertare che il rinterro sia eseguito in modo tale che non vi siano cavità superficiali o interne al materiale di rinterro che possono costituire pericolo alle persone e/o animali e mezzi.

Considerata l'attenzione che deve essere posta nel posizionamento dei tubi, l'Appaltatore dovrà curare particolarmente l'alloggiamento dei giunti in modo tale da garantire che la reazione del terreno sia distribuita lungo tutto il tubo e non sia concentrata in corrispondenza degli elementi di giunzione. Nel caso di giunti a bicchiere dovranno essere previste, in corrispondenza di ciascun giunto, opportune sedi preparate nello strato sabbioso di base. Qualora risultasse necessario procedere in modo diverso da quanto sopra specificato l'Appaltatore dovrà comunque evitare il ricorso a blocchi o mattoni o mucchi di sabbia, mentre è consentito l'impiego di sacchetti di sabbia.

L'Appaltatore dovrà curare la manutenzione continua dei rinterri in modo da mantenere il piano viabile perfettamente piano, senza avvallamenti o convessità, tale da garantire la viabilità e la sicurezza della sede stradale fino al ripristino della pavimentazione, fatte salve diverse prescrizioni degli Enti locali interessati.

Alla profondità prevista in progetto, e ove richiesto dal progetto o dalla D. L., dovranno essere posti in opera un opportuno segnale di presenza e identificazione della rete, realizzato con rete, nastro, mattoni in cotto o cls, secondo la tipologia prevista dal progetto.

21.1.3 Manufatti per tombini e sottopassi

Per i manufatti per tombini e sottopassi realizzati in opera valgono le prescrizioni contenute nel capitolo "Opere in conglomerato cementizio armato" del presente Capitolato.

Il rinterro dell'opera dovrà realizzato tenendo conto delle disposizioni legislative vigenti e delle prescrizioni riportate nei capitoli "Movimenti terra" e "Gestione delle terre e rocce da scavo" del presente Capitolato e in particolare, ove applicabile, di quanto previsto nella parte rilevato in prossimità delle opere d'arte.

Per quanto riguarda la spinta di manufatti sotto la sede ferroviaria, si dovrà fare riferimento a quanto prescritto nella Sezione 12 "Ponti, viadotti e sottovia" del Capitolato.

21.1.4 Tubazioni per drenaggi

Le tubazioni in cemento saranno eseguite impiegando casseforme pneumatiche oppure tubi prefabbricati, in conformità ai tipi normali e agli spessori indicati nei disegni tipo di progetto.

21.1.4.1 *Tubazioni eseguite con casseforme pneumatiche*

Il calcestruzzo impiegato per la costruzione della platea, i rinfianchi e la volta sarà del tipo IV secondo le NTC 2018.

21.1.4.2 *Tubazioni eseguite con elementi prefabbricati*

A seconda delle condizioni d'uso, potranno essere utilizzati tubi in calcestruzzo vibrocompresso non armato o armato, con le caratteristiche e le specifiche riportate nei paragrafi seguenti.

21.1.4.2.1 Tubi prefabbricati in calcestruzzo non armato

Saranno previsti tubi con classe di resistenza a rottura > 60 kN/m.

I tubi prefabbricati saranno realizzati a sezione circolare in calcestruzzo vibrocompresso non armato, conformi alla normativa europea UNI EN 1916, confezionati con inerti di cava e di fiume vagliati e lavati per ottenere un calcestruzzo di classe > 40 N/mm^2.

I tubi dovranno essere di lunghezza non inferiore a 2 m, con giunto a bicchiere esterno con anello di tenuta in gomma, conforme alle norme UNI EN 681, incorporato nel getto e saldamente ancorato al tubo.

I tubi dovranno essere autoportanti e saranno posti in opera in scavo a trincea stretta per profondità di interramento variabili da 1 a 3 m, calcolati dall'estradosso superiore del tubo.

I tubi saranno prefabbricati in stabilimento specializzato con impianti automatici; controllati, collaudati e certificati secondo la normativa vigente, con impressa la marcatura secondo quanto indicato nella norma UNI EN 1916.

21.1.4.2.2 Tubi prefabbricati in calcestruzzo armato

Saranno previsti tubi con classe di resistenza a rottura > 90kN/m e con classe di resistenza a rottura > 1350kN/m.

I tubi prefabbricati saranno realizzati a sezione circolare di calcestruzzo vibrocompresso armato con gabbia rigida in acciaio BE 450 C, con classi minime di resistenza indicate nella normativa europea UNI EN 1916, confezionati con inerti di cava e di fiume vagliati e lavati per ottenere un calcestruzzo di classe > 45 N/mm^2.

I tubi dovranno essere di lunghezza non inferiore a 2 m, con giunto a bicchiere e anello di tenuta in gomma, conforme alle norme UNI EN 681, incorporato nel getto e saldamente ancorato al tubo.

I tubi dovranno essere autoportanti e saranno posti in opera in scavo a trincea stretta per profondità di interramento variabili da 1 a 4 m, calcolati dall'estradosso superiore del tubo.

I tubi saranno prefabbricati in stabilimento specializzato con impianti automatici; controllati, collaudati e certificati secondo la normativa vigente, con impressa la marcatura secondo quanto indicato nella norma UNI EN 1916.

ART. 22. COLLAUDI STATICI

Tutte le opere saranno soggette, per quanto necessario e di pertinenza, a Collaudi Statici, Collaudi Tecnici-Amministrativi, Certificati di Regolare Esecuzione secondo quanto prescritto dalle attuali normative vigenti in materia.