

# Comune di Casalino (NO)



**ACQUA  
NOVARA.VCO  
S.p.A.**

Via Triggiani, 9 - 28100 NOVARA (NO)  
Tel. 0321 413111 - Fax. 0321 458729  
@mail: info@acquanovaravco.eu  
@pec: segreteria@pec.acquanovaravco.eu

**TITOLO COMMESSA:**

**Sostituzione bacino e rilancio della rete idrica di Casalino (NO)**

**OGGETTO:**

**Capitolato seciale d'appalto - Norme tecniche**

**SCALA:**

/

**AVANZAMENTO PROGETTO:**

**Esecutivo**

**NOME FILE:**

REV.N°	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	08/2023	PRIMA EMISSIONE	ETC	ETC	AC
1	12/2023	REVISIONE	ETC	ETC	AC
2	06/2024	REVISIONE	ETC	ETC	AC

**RIF N° COMMESSA: -**

**RIF INTERNO ETC: ANV\_046**

**CUP: D73E20000090005**

**RUP: ING. GIUSEPPE CARANTI**

**PROPRIETA' RISERVATA**

**QUESTO DISEGNO NON PUO' ESSERE RIPRODOTTO NE' COMUNICATO A TERZI SENZA  
AUTORIZZAZIONE DI ACQUA NOVARA VCO s.p.a.**

**IL PROGETTISTA**



**IL RTP**



**ELABORATO N°:**

**E-R-120-05**



## INDICE

---

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>36</b>
<b>2</b>	<b>REGOLE GENERALI PER LAVORI DI COSTRUZIONE DI QUALSIASI TIPOLOGIA .....</b>	<b>37</b>
2.1	Campo d'applicazione .....	37
2.2	Materiali, elementi costruttivi .....	38
2.2.1	Generalità .....	38
2.2.2	Messa a disposizione .....	38
2.2.3	Fornitura .....	38
2.3	Esecuzione .....	39
2.4	Prestazioni accessorie, prestazioni particolari .....	39
2.4.1	Prestazioni accessorie .....	39
2.4.2	Prestazioni particolari .....	40
2.5	Contabilizzazione .....	41
<b>3</b>	<b>LAVORI IN TERRA .....</b>	<b>41</b>
3.1	Campo di applicazione .....	41
3.2	Materiali, elementi costruttivi; terreni e rocce .....	42
3.2.1	Generalità .....	42
3.2.2	Descrizione del terreno e della roccia .....	42
3.2.3	Descrizione e classificazione di altri materiali .....	44
3.3	Esecuzione .....	44
3.3.1	Generalità .....	44
3.3.2	Impianto esercizio e protezione dell'area di cantiere .....	45
3.3.3	Lavori con terra vegetale .....	46
3.3.4	Asporto e caricamento .....	46
3.3.5	Trasporto .....	47
3.3.6	Stesa e costipamento .....	47
3.3.7	Realizzazione di scarpate di opere in terra .....	48
3.3.8	Realizzazione di nuclei impermeabili .....	48
3.3.9	Realizzazione di scavi di sbancamento e di trincee .....	48

3.3.10 Riempimento a tergo e rinterro o copertura di costruzioni.....	49
3.3.11 Realizzazione di tappeti erbosi.....	50
3.3.12 Lavori eseguiti durante o dopo periodi di gelo .....	50
3.3.13 Lavori di piantagione .....	50
3.4 Prestazioni accessorie e prestazioni particolari .....	51
3.4.1 Prestazioni accessorie .....	51
3.4.2 Prestazioni particolari .....	51
3.5 Contabilizzazione .....	52
3.5.1 Generalità .....	52
3.5.2 Asporto del terreno, sbancamenti e trincee.....	53
3.5.3 Riporto, riempimento a tergo e rinterri.....	53
3.5.4 Compattazione .....	54
<b>4 AGGOTTAMENTI.....</b>	<b>55</b>
4.1 Campo di applicazione .....	55
4.2 Materiali, elementi costruttivi.....	55
4.3 Esecuzione .....	55
4.3.1 Generalità .....	55
4.3.2 Impianto di aggotamento.....	56
4.3.3 Convogliamento e scarico dell'acqua.....	56
4.3.4 Risalita del livello dell'acqua .....	57
4.4 Prestazioni accessorie, prestazioni particolari.....	57
4.4.1 Prestazioni accessorie .....	57
4.4.2 Prestazioni particolari .....	57
4.5 Contabilizzazione .....	58
<b>5 COLLETTORI DI FOGNATURA E CONNESSIONI DI SCARICO .....</b>	<b>59</b>
5.1 Campo di applicazione .....	59
5.2 Materiali, elementi costruttivi.....	59
5.2.1 Norme di carattere generale .....	59
5.2.2 Tubazioni ed elementi complementari.....	60
5.2.2.1 Tubazioni di gres.....	60
5.2.2.2 Tubazioni di ghisa sferoidale .....	60
5.2.2.3 Tubazioni di materia plastica (PVC-U) .....	61
5.2.2.4 Tubazioni di materia plastica – Polietilene (PE) .....	61

5.2.2.5 Tubazioni di materia plastica – Polipropilene (PP).....	62
5.2.2.6 Tubazioni di materia plastica rinforzate con fibre di vetro (PRFV).....	62
5.2.2.7 Tubazioni di conglomerato cementizio .....	62
5.2.2.8 Tubazioni di fibrocemento.....	62
5.2.2.9 Tubazioni per ripristini e riparazioni .....	62
5.2.2.10 Pozzetti d'ispezione ed elementi complementari.....	62
5.2.3 Connessioni.....	63
5.3 Esecuzione .....	63
5.3.1 Generalità .....	63
5.3.2 Esecuzioni e verifica di canali e condotte di scarico e pozzetti .....	64
5.3.3 Verifiche .....	64
5.4 Prestazioni accessorie e prestazioni particolari .....	64
5.4.1 Prestazioni accessorie .....	64
5.4.2 Prestazioni particolari .....	64
5.5 Contabilizzazione .....	65
5.5.1 Per opere da contabilizzare a lunghezza (m).....	65
5.5.2 Per opere da contabilizzare a numero (pz) .....	65
5.6 Specifiche di progetto .....	66
<b>6 CONDOTTE IN PRESSIONE INTERRATE E FUORI TERRA.....</b>	<b>68</b>
6.1 Campo di applicazione .....	68
6.2 Materiali, elementi costruttivi.....	68
6.2.1 Norme di carattere generale .....	68
6.2.1.1 Norme tecniche di carattere generale:.....	68
6.2.1.2 Acquedotti .....	68
6.2.1.3 Condotte di teleriscaldamento.....	69
6.2.1.4 Gasdotti .....	69
6.2.2 Tubazioni.....	70
6.2.2.1 Tubazioni in ghisa sferoidale.....	70
6.2.2.2 Tubazioni di materia plastica .....	70
6.2.2.3 Elementi di tenuta .....	72
6.2.2.4 Tubazioni in pressione in calcestruzzo armato .....	73
6.2.2.5 Tubazioni in acciaio.....	73
6.2.2.6 Tubazioni in fibrocemento.....	75
6.2.3 Componenti di impianti .....	76

6.2.3.1 Pompe.....	76
6.2.3.2 Valvole ed attrezzature .....	76
6.2.3.3 Raccordi e pezzi speciali.....	76
6.2.3.4 Pozzetti.....	77
6.2.3.5 Varie .....	77
6.2.4 Pressione nominale.....	77
6.3 Esecuzione .....	78
6.3.1 Generalità .....	78
6.3.2 Verifiche .....	78
6.3.2.1 Prove di tenuta .....	78
6.3.2.2 Ulteriori prove .....	78
6.3.3 Spurgo .....	79
6.4 Prestazioni accessorie, prestazioni particolari.....	79
6.4.1 Prestazioni accessorie .....	79
6.4.2 Prestazioni particolari .....	79
6.5 Contabilizzazione .....	80
6.5.1 Per opere da contabilizzare a lunghezza (m).....	80
6.5.2 Per opere da contabilizzare a pezzo (pz) .....	80
6.6 Specifiche di progetto .....	81
6.6.1 TUBAZIONI IN ACCIAIO INOSSIDABILE (AISI 304L).....	81
6.6.2 TUBAZIONI IN ACCIAIO INOSSIDABILE PER LINEE DI TRASPORTO ARIA DI PROCESSO (AISI 304L) .....	81
6.6.3 TUBAZIONE IN ACCIAIO INOX AISI 316L PER CONDUTTURE ARIA ESAUSTA.....	81
6.6.4 TUBAZIONE IN ACCIAIO INOX AISI 316L PER CONDUTTURE LIQUIDO IN PRESSIONE	82
6.6.5 TUBAZIONI IN PVC-U PN 6 PER CONDUTTURE LIQUIDO IN PRESSIONE ATMOSFERICA	82
6.6.5.1 Tubi per fognature e scarichi interrati non in pressione.....	82
6.6.5.2 Tubi per acquedotto funzionamento in pressione .....	83
6.6.5.3 Marcatura dei tubi e dei raccordi.....	84
6.6.5.4 Giunzioni .....	85
6.6.5.5 Resistenza all'ovalizzazione .....	86
6.6.6 TUBAZIONI IN PVC-C PER CONDUTTURE REAGENTI.....	86
6.6.7 TUBAZIONI IN PEAD – PER TRATTI INTERRATI.....	86
6.6.7.1 Dimensioni fino a De400 compreso.....	86
6.6.7.2 Dimensioni superiori a De400 .....	88

6.6.8 TUBAZIONI IN ACCIAIO BITUMATO .....	88
6.6.9 Flange.....	88
6.6.10 Staffaggi.....	89
6.6.11 Giunti passamuro a tenuta idraulica .....	90
6.6.12 Giunti di smontaggio .....	90
6.6.13 Raccordi a compressione.....	91
6.6.14 Giunti compensatori.....	92
6.6.14.1 Compensatori di dilatazione in gomma.....	92
6.6.14.2 Giunto compensatore a soffiello.....	92
6.6.15 Valvole.....	93
6.6.15.1 Saracinesche a cuneo gommato a corpo ovale.....	93
6.6.15.2 Valvole di intercettazione .....	95
6.6.15.3 Valvole di ritegno .....	97
6.6.15.4 Valvole a farfalla ad azionamento pneumatico o elettrico .....	98
6.6.15.5 Sfiato automatico a tripla funzione.....	100
6.6.15.6 Sfiato automatico di degasaggio - PFD 25 .....	100
6.6.15.7 Sfiato automatico di degasaggio — PFA 10-16-25.....	101
6.6.15.8 Idranti .....	101
6.6.15.9 Paratoie e panconi .....	102
6.6.16 Controtubo (o camicia protettiva) per tubazioni di progetto contenenti prodotti chimici .....	103
<b>7 SISTEMI DI CAVI E DI TUBI PER LINEE INTERRATE.....</b>	<b>104</b>
7.1 Campo di applicazione .....	104
7.2 Materiali, elementi costruttivi .....	104
7.2.1 Generalità .....	104
7.2.2 Tubazioni ed accessori .....	105
7.3 Esecuzione .....	105
7.3.1 Generalità .....	105
7.3.2 Impianto ed esercizio del cantiere, misure di sicurezza .....	106
7.3.3 Demolizioni .....	107
7.3.4 Scavi in genere e trincee.....	108
7.3.5 Posa di cavi e di tubi di protezione, costruzione di sistemi di canalette per cavi	109
7.3.5.1 Generalità.....	109
7.3.5.2 Posa di cavi .....	109

7.3.5.3	Posa di tubi di protezione per cavi e costruzione di canali per cavi.....	110
7.3.5.4	Infilaggio dei cavi .....	110
7.3.6	Rimozione di cavi.....	110
7.3.7	Entrate di cavi e di tubazioni negli edifici.....	111
7.3.8	Stesa e compattazione del terreno .....	111
7.4	Prestazioni accessorie, prestazioni particolari.....	111
7.4.1	Prestazioni accessorie .....	111
7.4.2	Prestazioni particolari .....	111
7.5	Contabilizzazione .....	112
7.5.1	Generalità .....	112
7.5.2	Per opere da contabilizzare a volume (m <sup>3</sup> ) .....	112
7.5.3	Per opere da contabilizzare a lunghezza (m) .....	113
7.5.4	Per opere da contabilizzare a superficie (m <sup>2</sup> ) .....	113
7.5.5	Per opere da contabilizzare a massa (kg, t) .....	113
<b>8</b>	<b>LAVORI DI PERFORAZIONE.....</b>	<b>114</b>
8.1	Campo di applicazione .....	114
8.2	Materiali, elementi costruttivi; terreni e rocce .....	114
8.2.1	Generalità .....	114
8.2.2	Descrizione dei terreni e dell'ammasso roccioso .....	114
8.2.3	Classificazione dei terreni e dell'ammasso roccioso.....	115
8.2.3.1	Terreni sciolti .....	115
8.2.3.2	Ammasso roccioso stabile e terreni con caratteristiche simili .....	116
8.2.4	Descrizione e classificazione di riporti e riempimenti.....	116
8.3	Esecuzione .....	116
8.3.1	Posizione delle perforazioni.....	116
8.3.2	Metodi di perforazione, macchinari di perforazione.....	117
8.3.3	Individuazione dei risultati dei sondaggi.....	117
8.3.4	Impedimenti.....	118
8.3.5	Rimozione delle incamiciature o rivestimenti del foro.....	118
8.3.6	Riempimento del foro.....	119
8.4	Prestazioni accessorie, prestazioni particolari.....	119
8.4.1	Prestazioni accessorie .....	119
8.4.2	Prestazioni particolari .....	119

8.5 Contabilizzazione .....	120
<b>9 OPERE DI SOSTEGNO DI SCAVI .....</b>	<b>122</b>
9.1 Campo di applicazione .....	122
9.2 Materiali, elementi costruttivi .....	122
9.3 Esecuzione .....	123
9.3.1 Generalità .....	123
9.3.2 Realizzazione della struttura di sostegno .....	124
9.3.2.1 Tolleranze .....	124
9.3.2.2 Paratie in pali trivellati .....	125
9.3.2.3 Paratie berlinesi e paratie discontinue .....	125
9.3.2.4 Ancoraggi .....	125
9.3.2.5 Rinforzi e cordoli .....	125
9.3.3 Messa a disposizione della struttura di sostegno .....	125
9.3.4 Rimozione della struttura di sostegno .....	125
9.4 Prestazioni accessorie, prestazioni particolari .....	126
9.4.1 Prestazioni accessorie .....	126
9.4.2 Prestazioni particolari .....	126
9.5 Contabilizzazione .....	127
9.5.1 Generalità .....	127
9.5.2 Determinazione delle misure e delle quantità .....	127
9.5.3 Disposizioni per le detrazioni .....	128
<b>10 PALI E PALANCOLE INFISSI MEDIANTE PERCUSSIONE, VIBRAZIONE O PRESSIONE</b>	<b>129</b>
10.1 Campo d'applicazione .....	129
10.2 Materiali, elementi costruttivi .....	129
10.2.1 Elementi costruttivi .....	129
10.2.2 Descrizione del sottosuolo .....	130
10.2.3 Ripartizione in ammassi omogenei .....	130
10.2.4 Descrizione e ripartizione di terreni di origine artificiale (riempimenti e riporti) e di materiali di altro tipo .....	130
10.3 Esecuzione .....	131
10.3.1 Generalità .....	131
10.3.2 Infissione degli elementi costruttivi .....	132
10.3.3 Tolleranze .....	132



10.3.4	Registrazioni.....	133
10.3.5	Sistemazione delle testate degli elementi costruttivi.....	133
10.3.6	Estrazione degli elementi costruttivi.....	133
10.4	Prestazioni accessorie, prestazioni particolari.....	134
10.4.1	Prestazioni accessorie .....	134
10.4.2	Prestazioni particolari .....	134
10.5	Contabilizzazione .....	135
10.5.1	Generalità .....	135
10.5.2	Determinazione delle misure e delle quantità.....	135
10.5.2.1	Opere da contabilizzare a superficie .....	135
10.5.2.2	Opere da contabilizzare a lunghezza .....	136
10.5.2.3	Opere da contabilizzare a massa .....	136
10.5.3	Disposizioni particolari .....	136
<b>11</b>	<b>MICROPALI DI FONDAZIONE.....</b>	<b>137</b>
11.1	CLASSIFICAZIONE .....	137
11.2	DEFINIZIONI .....	137
11.3	NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....	139
11.4	PREPARAZIONE DEL PIANO DI LAVORO .....	139
11.5	TIPOLOGIE ESECUTIVE .....	140
11.5.1	Tolleranze geometriche .....	140
11.5.2	Tracciamento.....	141
11.5.3	Armatura-Generalità.....	141
11.5.4	Armatura con barre di acciaio per c.a.....	141
11.5.5	Armature tubolari .....	141
11.5.6	Malte e miscele cementizie.....	142
11.6	MICROPALI A INIEZIONI RIPETUTE AD ALTA PRESSIONE.....	143
11.6.1	Formazione del fusto del micropalo .....	143
11.7	MICROPALI CON RIEMPIMENTO A GRAVITÀ O A BASSA PRESSIONE.....	145
11.7.1	Formazione del fusto del micropalo .....	145
11.8	PROVE DI CARICO SU MICROPALI.....	145
11.8.1	Generalità .....	145
11.8.2	Prove di carico assiale .....	146
11.8.3	Attrezzature e dispositivi di prova.....	147

11.8.4	Programma di carico .....	148
11.8.5	Risultati delle prove.....	149
11.8.6	Prove non distruttive .....	149
11.8.7	Prove geofisiche .....	150
11.8.8	Carotaggio continuo meccanico .....	150
11.8.9	Specifiche di controllo .....	151
11.8.10	Generalità .....	151
11.8.11	Micropali.....	152
<b>12</b>	<b>COLONNE DI JET-GROUTING .....</b>	<b>153</b>
<b>13</b>	<b>COSTRUZIONI STRADALI – SOVRASTRUTTURE STRADALI SENZA LEGANTI .....</b>	<b>154</b>
13.1	Campo di applicazione .....	154
13.2	Materiali, elementi costruttivi; terreni e rocce .....	154
13.2.1	Requisiti.....	155
13.2.1.1	Aggregati .....	155
13.2.1.2	Miscele di aggregati e di terreni.....	155
13.2.1.3	Miscele di aggregati non vagliati.....	155
13.2.2	Prove sui materiali.....	156
13.2.2.1	Prova di idoneità .....	156
13.2.2.2	Verifiche correnti durante il corso dei lavori .....	156
13.2.2.3	Verifiche di controllo .....	156
13.2.2.4	Esecuzione delle prove dei materiali .....	156
13.3	Esecuzione .....	158
13.3.1	Generalità .....	158
13.3.2	Piano di appoggio .....	158
13.3.3	Realizzazione, requisiti .....	158
13.3.3.1	Strati di base, strati anticapillari, strati protettivi del piano di appoggio.....	158
13.3.3.2	Strati di usura .....	159
13.3.3.3	Strati della sovrastruttura stradale costituiti da miscele di aggregati, terreni e rocce non vagliati.....	160
13.4	Prestazioni accessorie, prestazioni particolari .....	160
13.4.1	Prestazioni accessorie .....	160
13.4.2	Prestazioni particolari .....	160
13.5	Contabilizzazione .....	161

<b>14 COSTRUZIONI STRADALI – SOVRASTRUTTURE STRADALI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO .....</b>	<b>162</b>
14.1 Campo di applicazione .....	162
14.2 Materiali, elementi costruttivi .....	162
14.2.1 Tappeto di usura tradizionale a caldo di 1ª categoria (Strade con traffico TIPO 2 e 3) .....	162
14.2.1.1 Aggregati .....	163
14.2.1.2 Legante .....	164
14.2.1.3 Additivi .....	165
14.2.1.4 Miscele .....	166
14.2.2 Tappeto di usura tradizionale a caldo con bitume modificato (1ª categoria) ..	167
14.2.2.1 Aggregati .....	167
14.2.2.2 Legante .....	169
14.2.2.3 Miscele .....	170
14.2.3 Tappeto di usura tradizionale a caldo di 2ª categoria (strade con traffico di TIPO 1) .....	171
14.2.3.1 Aggregati .....	172
14.2.3.2 Legante .....	173
14.2.3.3 Additivi .....	174
14.2.3.4 Miscele .....	175
14.2.4 Tappeto di usura tradizionale a caldo con bitume modificato (2ª categoria) ..	176
14.2.4.1 Aggregati .....	177
14.2.4.2 Legante .....	178
14.2.4.3 Miscele .....	179
14.2.5 Binder tradizionale a caldo .....	180
14.2.5.1 Aggregati .....	181
14.2.5.2 Legante .....	182
14.2.5.3 Additivi .....	183
14.2.5.4 Miscele .....	183
14.2.6 Binder tradizionale a caldo con bitume modificato .....	185
14.2.6.1 Aggregati .....	185
14.2.6.2 Legante .....	187
14.2.6.3 Miscele .....	187
14.2.7 Conglomerato bituminoso per strati di base tradizionale a caldo .....	189
14.2.7.1 Aggregati .....	189
14.2.7.2 Legante .....	191

14.2.7.3 Additivi .....	191
14.2.7.4 Miscele .....	192
14.2.8 Conglomerato bituminoso per strati di base tradizionale a caldo con bitume modificato .....	193
14.2.8.1 Aggregati .....	193
14.2.8.2 Legante .....	195
14.2.8.3 Miscele .....	196
14.3 Esecuzione .....	197
14.3.1 Generalità .....	197
14.3.2 Tappeto di usura tradizionale a caldo di 1a categoria (Strade con traffico TIPO 2 e 3) .....	197
14.3.2.1 Accettazione delle miscele .....	197
14.3.2.2 Confezionamento delle miscele .....	198
14.3.2.3 Preparazione delle superfici di stesa .....	199
14.3.2.4 Posa in opera .....	199
14.3.2.5 Controlli .....	200
14.3.3 Tappeto di usura tradizionale a caldo con bitume modificato (Strade con traffico TIPO 1) .....	203
14.3.3.1 Accettazione delle miscele .....	203
14.3.3.2 Confezionamento delle miscele .....	204
14.3.3.3 Preparazione delle superfici di stesa .....	204
14.3.3.4 Posa in opera .....	205
14.3.3.5 Controlli .....	206
14.3.4 Tappeto di usura tradizionale a caldo di 2a categoria (strade con traffico di TIPO 1) .....	209
14.3.4.1 Accettazione delle miscele .....	209
14.3.4.2 Confezionamento delle miscele .....	210
14.3.4.3 Preparazione delle superfici di stesa .....	210
14.3.4.4 Posa in opera .....	211
14.3.4.5 Controlli .....	212
14.3.5 Tappeto di usura tradizionale a caldo con bitume modificato (2a categoria) ..	215
14.3.5.1 Accettazione delle miscele .....	215
14.3.5.2 Confezionamento delle miscele .....	215
14.3.5.3 Preparazione delle superfici di stesa .....	216
14.3.5.4 Posa in opera .....	217
14.3.5.5 Controlli .....	218

14.3.6 Binder tradizionale a caldo.....	221
14.3.6.1 Accettazione delle miscele .....	221
14.3.6.2 Confezionamento delle miscele .....	222
14.3.6.3 Preparazione delle superfici di stesa.....	222
14.3.6.4 Posa in opera .....	223
14.3.6.5 Controlli.....	224
14.3.7 Binder tradizionale a caldo con bitume modificato .....	227
14.3.7.1 Accettazione delle miscele .....	227
14.3.7.2 Confezionamento delle miscele .....	227
14.3.7.3 Preparazione delle superfici di stesa.....	228
14.3.7.4 Posa in opera .....	229
14.3.7.5 Controlli.....	230
14.3.8 Conglomerato bituminoso per strati di base tradizionale a caldo .....	232
14.3.8.1 Accettazione delle miscele .....	232
14.3.8.2 Confezionamento delle miscele .....	233
14.3.8.3 Preparazione delle superfici di stesa.....	234
14.3.8.4 Posa in opera .....	235
14.3.8.5 Controlli.....	236
14.3.9 Conglomerato bituminoso per strati di base tradizionale a caldo con bitume modificato.....	239
14.3.9.1 Accettazione delle miscele .....	239
14.3.9.2 Confezionamento delle miscele .....	239
14.3.9.3 Preparazione delle superfici di stesa.....	240
14.3.9.4 Posa in opera .....	242
14.3.9.5 Controlli.....	243
14.3.10 Sottofondo.....	245
14.4 Prestazioni accessorie, prestazioni particolari.....	246
14.4.1 Prestazioni accessorie .....	246
14.4.2 Prescrizioni particolari.....	246
14.5 Contabilizzazione .....	247
14.5.1 Generalità .....	247
14.5.1.1 Per opere da contabilizzare a superficie (m <sup>2</sup> ): .....	247
14.5.1.2 Per opere da contabilizzare a lunghezza (m):.....	247
14.5.1.3 5.1.3 Per opere da contabilizzare a massa (kg, t): .....	247
14.5.2 Vengono portate in detrazione: .....	247

<b>15 COSTRUZIONI STRADALI – PAVIMENTAZIONI CON MASSELLI, CUBETTI E LASTRE - CORDOLI .....</b>	<b>248</b>
15.1 Campo di applicazione .....	248
15.2 Materiali, elementi costruttivi .....	248
15.2.1 Masselli e lastre di calcestruzzo .....	248
15.2.2 Mattonelle e lastre per pavimentazioni di materiali ceramici .....	248
15.2.3 Cubetti e lastre di pietra naturale .....	248
15.2.4 Cordoli e bordi di calcestruzzo .....	249
15.2.5 Cordoli di pietra naturale .....	249
15.2.6 Cunette e canalette di calcestruzzo .....	249
15.2.7 Altri prodotti di calcestruzzo per la pavimentazioni .....	249
15.2.8 Canalette di drenaggio .....	250
15.2.9 Materiale per il letto di posa .....	250
15.2.10 Materiale di riempimento delle fughe .....	250
15.2.11 Leganti .....	250
15.2.12 Calcestruzzo .....	250
15.2.13 Altro .....	251
15.3 Esecuzione .....	251
15.3.1 Generalità .....	251
15.3.2 Posizione, tolleranze, giunti di dilatazione .....	252
15.3.3 Pavimentazioni con elementi di calcestruzzo .....	253
15.3.3.1 Letto di posa .....	253
15.3.3.2 Posa in opera .....	254
15.3.3.3 Sigillatura delle fughe .....	254
15.3.4 Pavimentazione di materiali ceramici .....	254
15.3.4.1 Letto di posa .....	254
15.3.4.2 Posa e messa in opera .....	254
15.3.4.3 Sigillatura dei giunti .....	254
15.3.5 Pavimentazione in pietra naturale .....	255
15.3.5.1 Letto di posa .....	255
15.3.5.2 Posa in opera .....	255
15.3.5.3 Sigillatura dei giunti .....	255
15.3.6 Pavimentazioni con lastre .....	256
15.3.6.1 Letto di posa .....	256

15.3.6.2 Posa in opera .....	256
15.3.6.3 Sigillatura dei giunti.....	256
15.3.7 Cordoli e bordi.....	256
15.3.7.1 Elementi per cordoli e bordi.....	256
15.3.7.2 Bordi e contorni di altro tipo.....	257
15.3.8 Canalette di scarico .....	257
15.4 Prestazioni accessorie, prestazioni particolari.....	257
15.4.1 Prestazioni accessorie .....	257
15.4.2 Prestazioni particolari .....	257
15.5 Contabilizzazione .....	258
<b>16 OPERE IN CALCESTRUZZO .....</b>	<b>260</b>
16.1 Campo di applicazione .....	260
16.2 Materiali, elementi costruttivi.....	260
16.2.1 Calcestruzzo.....	260
16.2.2 Leganti, aggiunte, additivi, acqua, pigmenti.....	261
16.2.2.1 Leganti.....	261
16.2.2.2 Aggiunte.....	262
16.2.2.3 Additivi .....	262
16.2.2.4 Acqua .....	263
16.2.2.5 Pigmenti.....	263
16.2.3 Aggregati per calcestruzzo .....	263
16.2.4 Acciaio per armature.....	264
16.2.5 Pannelli per pareti, coperture e solai.....	265
16.2.6 Componenti per solai, blocchi di alleggerimento in laterizio, mattonelle di vetrocemento, telai per finestre in calcestruzzo.....	265
16.3 Esecuzione .....	265
16.3.1 Generalità .....	265
16.3.2 Confezione del calcestruzzo .....	268
16.3.3 Casseratura e superfici del calcestruzzo .....	268
16.3.4 Ponti di sostegno e centinature .....	268
16.3.5 Calcestruzzo sottoposto a cicli di gelo e disgelo.....	268
16.3.6 Classi di esposizione.....	269
16.4 Prestazioni accessorie, prestazioni particolari.....	269
16.4.1 Prestazioni accessorie .....	269

16.4.2 Prestazioni particolari .....	270
16.5 Contabilizzazione .....	271
16.5.1 Calcestruzzo .....	271
16.5.1.1 Generalità .....	271
16.5.1.2 Vengono portate in detrazione: .....	272
16.5.2 Casseforme .....	273
16.5.2.1 Generalità .....	273
16.5.3 Acciaio per strutture in calcestruzzo armato .....	273
<b>17 PROTEZIONE E RIPARAZIONE DELLE STRUTTURE DI CALCESTRUZZO .....</b>	<b>274</b>
17.1 Campo di applicazione .....	274
17.2 Materiali, elementi costruttivi .....	274
17.3 Esecuzione .....	275
17.3.1 Generalità .....	275
17.3.2 Preparazione del supporto di calcestruzzo .....	277
17.3.3 Trattamento dell'acciaio nel calcestruzzo .....	277
17.3.4 Riparazione del calcestruzzo .....	278
17.3.5 Riempimento di fessure e cavità .....	278
17.3.6 Impermeabilizzazione di giunti con nastri elastici per giunti .....	279
17.4 Prestazioni accessorie, prestazioni particolari .....	279
17.4.1 Prestazioni accessorie .....	279
17.4.2 Prestazioni particolari .....	279
17.5 Contabilizzazione .....	280
17.5.1 Generalità .....	281
17.5.2 Armature d'acciaio .....	281
17.5.3 Impermeabilizzazione di giunti .....	281
17.5.4 Riempimento di fessure e di cavità .....	281
17.5.5 Vengono portate in detrazione: .....	282
17.5.5.1 Per opere da contabilizzare a superficie (m <sup>2</sup> ): .....	282
17.6 Specifiche di progetto .....	282
17.6.1 Membrana bugnata di protezione .....	282
<b>18 STRUTTURE PREFABBRICATE IN C.A.P. ....</b>	<b>283</b>
18.1 Generalità .....	283
18.2 Costruzione degli elementi .....	284



18.3 Stoccaggio .....	284
18.4 Trasporto .....	284
18.5 Montaggio .....	285
18.6 Vincoli provvisori .....	286
18.7 Unioni .....	286
18.8 Finiture superficiali .....	286
18.9 Materiali per appoggi .....	287
18.10 Uso e Manutenzione .....	287
<b>19 LAVORI DI DEMOLIZIONE E RIDUZIONE .....</b>	<b>288</b>
19.1 Campo di applicazione .....	288
19.2 Materiali, elementi costruttivi .....	288
19.3 Esecuzione .....	288
19.3.1 Generalità .....	288
19.3.2 Preparazione dell'area di cantiere .....	290
19.3.3 Esecuzione .....	290
19.3.4 Trasporto e caricamento .....	291
19.3.5 Scostamenti ammissibili .....	291
19.4 Prestazioni accessorie, prestazioni particolari .....	292
19.4.1 Prestazioni accessorie .....	292
19.4.2 Prestazioni particolari .....	292
19.5 Contabilizzazione .....	293
19.6 Generalità .....	293
<b>20 CARPENTERIA IN ACCIAIO .....</b>	<b>295</b>
20.1 Campo di applicazione .....	295
20.2 Materiali, elementi costruttivi .....	295
20.2.1 Prove sui materiali .....	295
20.2.2 Prove e verifiche su elementi costruttivi .....	296
20.3 Esecuzione .....	296
20.3.1 Generalità .....	296
20.3.2 Documentazione esecutiva .....	297
20.3.3 Realizzazione delle opere .....	298
20.3.4 Lavori di protezione contro la corrosione .....	298

20.4 Prestazioni accessorie, prestazioni particolari .....	299
20.4.1 Prestazioni accessorie .....	299
20.4.2 Prestazioni particolari .....	299
20.5 Contabilizzazione .....	300
20.5.1 Generalità .....	300
20.5.2 Determinazione della massa mediante calcolo .....	300
20.5.3 Determinazione della massa mediante pesatura .....	301
<b>21 OPERE METALLICHE .....</b>	<b>302</b>
21.1 Campo di applicazione .....	302
21.2 Materiali, elementi costruttivi .....	302
21.2.1 Acciaio .....	302
21.2.2 Rame e leghe di rame .....	303
21.2.3 Piombo .....	303
21.2.4.2 Zinco .....	303
21.2.5.2.5 Alluminio e leghe di alluminio .....	303
21.2.6.2.6 Acciai inossidabili .....	303
21.2.7 Materie plastiche .....	304
21.2.8 Elementi di collegamento .....	304
21.2.9 Materiali impermeabilizzanti, materiali di separazione e pitture .....	304
21.2.10 Semilavorati, lamiere e profilati in alluminio .....	305
21.2.11 Porte .....	306
21.2.12 Esecuzione .....	306
21.3 Generalità .....	307
21.3.1 Per l'esecuzione vale in particolare quanto segue: .....	307
21.3.2 Esigenze costruttive .....	308
21.3.3 Elementi di collegamento .....	308
21.3.4 Fissaggio alla costruzione .....	309
21.3.5 Protezione superficiale .....	309
21.3.6 Finestre .....	310
21.3.7 Porte .....	312
21.3.8 Facciate metalliche, vetrate e vetrine .....	312
21.3.9 Rivestimenti, controsoffitti metallici .....	313
21.3.10 Pannelli sandwich per pareti verticali .....	313

21.3.11	Pannelli sandwich per coperture .....	315
21.3.12	Coperture, pensiline, protezioni solari fisse .....	317
21.3.13	Telai .....	317
21.3.14	Ante per porte.....	317
21.3.15	Portoni, sportelli .....	318
21.3.16	Cancelli estensibili.....	318
21.3.17	Piattaforme di lavoro, passerelle, coperture, griglie .....	319
21.3.18	Scale, scale a castello, scale a pioli fisse, corrimano, parapetti, protezioni perimetrali .....	319
21.3.19	Attrezzi fissi da ginnastica e da gioco.....	320
21.3.20	Manufatti in lamiera, minuteria.....	320
21.4	Prestazioni accessorie, prestazioni particolari .....	321
21.4.1	Prestazioni accessorie .....	321
21.4.2	Prestazioni particolari .....	321
21.5	Contabilizzazione .....	322
21.5.1	Generalità .....	322
21.5.2	Vengono portate in detrazione: .....	323
<b>22</b>	<b>LAVORI DI PROTEZIONE CONTRO LA CORROSIONE DI OPERE IN ACCIAIO .....</b>	<b>324</b>
22.1	Campo di applicazione .....	324
22.2	Materiali, elementi costruttivi.....	324
22.2.1	Requisiti.....	324
22.3	Esecuzione .....	324
22.3.1	Generalità .....	325
22.3.2	Nuova protezione.....	326
22.3.3	Riparazione .....	326
22.3.4	Rifacimento parziale .....	326
22.3.5	Rifacimento totale.....	326
22.3.6	Zincatura a caldo .....	326
22.3.7	Spruzzatura termica.....	326
22.3.8	Verniciature di superfici zincate.....	326
22.3.9	Sistemi protettivi contro l'incendio mediante vernici intumescenti .....	327
22.3.10	Superfici di riferimento .....	327
22.4	Prestazioni accessorie, prestazioni particolari.....	327

22.4.1 Prestazioni accessorie .....	327
22.4.2 Prestazioni particolari .....	327
22.5 Contabilizzazione .....	328
22.5.1 Generalità .....	328
22.5.2 Vengono portati in detrazione: .....	329
22.5.2.1 Per opere da contabilizzare a superficie (m²): .....	329
22.5.2.2 Per opere da contabilizzare a lunghezza (m): .....	329
<b>23 OPERE MURARIE.....</b>	<b>330</b>
23.1 Campo di applicazione .....	330
23.2 Materiali, elementi costruttivi .....	330
23.2.1 Pietre naturali .....	330
23.2.2 Pietre artificiali .....	330
23.2.3 Lastre .....	332
23.2.4 Materiali coibenti e di riempimento .....	332
23.2.5 Malta .....	332
23.2.6 Acciaio .....	333
23.3 Esecuzione .....	333
23.3.1 Generalità .....	333
23.3.2 Muratura .....	334
23.3.3 Per la realizzazione di canne fumarie per edifici valgono: .....	334
23.3.4 strutture provvisorie di sostegno .....	334
23.4 Prestazioni accessorie, prestazioni particolari .....	335
23.4.1 Prestazioni accessorie .....	335
23.4.2 Prestazioni particolari .....	335
23.5 Contabilizzazione .....	336
23.5.1 Generalità .....	336
23.5.2 Vengono portati in detrazione: .....	337
23.5.2.1 Per opere da contabilizzare a superficie (m²): .....	337
23.5.2.2 Per opere da contabilizzare a lunghezza (m): .....	338
<b>24 MASSETTI .....</b>	<b>339</b>
24.1 Campo di applicazione .....	339
24.2 Materiali, elementi costruttivi .....	339
24.2.1 Leganti .....	339



24.2.2 Resine sintetiche .....	340
24.2.3 Aggregati .....	340
24.2.4 Materiali isolanti .....	340
24.2.5 Armature di massetti .....	341
24.3 Esecuzione .....	341
24.3.1 Generalità .....	341
24.3.2 Massetti .....	343
24.3.3 Pavimenti in terrazzo .....	344
24.3.4 Materiali isolanti .....	344
24.3.5 Strati di separazione .....	344
24.4 Prestazioni accessorie, prestazioni particolari .....	345
24.4.1 Prestazioni accessorie .....	345
24.4.2 Prestazioni particolari .....	345
24.5 Contabilizzazione .....	346
24.5.1 Generalità .....	346
24.5.1.1 Per opere da contabilizzare a volume (m³): .....	346
24.5.1.2 Per opere da contabilizzare a superficie (m²): .....	346
24.5.1.3 Per opere da contabilizzare a lunghezza (m): .....	347
24.5.1.4 Per opere da contabilizzare a numero (pz): .....	347
24.5.1.5 Per opere da contabilizzare a massa (kg, t): .....	347
24.5.2 Vengono portati in detrazione: .....	347
24.5.2.1 Per opere da contabilizzare a superficie (m²): .....	347
<b>25 LAVORI DI INTONACO E OPERE DA STUCCATORE .....</b>	<b>347</b>
25.1 Campo di applicazione .....	347
25.2 Materiali, elementi costruttivi .....	348
25.2.1 Intonaci .....	348
25.2.2 Malta premiscelata da stabilimento (malta pronta) .....	348
25.2.3 Portaintonaci, armature per intonaco, materiali di fissaggio .....	348
25.2.4 Materiali coibenti .....	348
25.2.5 Sottostrutture, elementi di collegamento e di ancoraggio .....	349
25.2.6 Profili .....	349
25.3 Esecuzione .....	350
25.3.1 Generalità .....	350

25.3.2	Intonaci .....	350
25.3.3	Realizzazione e ritocco di superfici con intonaco di graniglia .....	351
25.3.4	Graffito.....	351
25.3.5	Elementi costruttivi in intonaco armato.....	351
25.3.6	Stucco.....	351
25.3.6.1	Stucco trafilato e stucco prefabbricato.....	351
25.3.6.2	Lavori di applicazione di stucco.....	352
25.3.6.3	Intonaco di finta pietra.....	352
25.3.6.4	Manufatti di finta pietra.....	352
25.3.6.5	Stuccolustro .....	353
25.3.7	Tecnica della lisciatura .....	353
25.3.8	Realizzazione di spigoli .....	353
25.3.9	Posa di profili speciali .....	353
25.3.10	Coibentazioni interne intonacate .....	353
25.3.11	Rivestimenti di pareti interne.....	353
25.3.12	Rivestimenti di pareti esterne con pannelli portaintonaco.....	353
25.3.13	Sistemi di intonacatura coibente .....	354
25.3.14	Risanamento con malta cementizia DM 174/2004.....	354
25.4	Prestazioni accessorie, prestazioni particolari.....	354
25.4.1	Prestazioni accessorie .....	354
25.4.2	Prestazioni particolari .....	355
25.5	Contabilizzazione .....	356
25.5.1	Generalità .....	356
25.5.1.1	Per opere da contabilizzare a superficie (m2) .....	357
25.5.1.2	Per opere da contabilizzare a lunghezza (m).....	357
25.5.1.3	Per opere da contabilizzare a pezzo (pz) .....	357
25.5.2	Vengono portati in detrazione: .....	357
25.6	Specifiche di progetto .....	358
25.6.1	Tinteggiatura acrilica diluita con l'aggiunta di colori.....	358
<b>26</b>	<b>IMPERMEABILIZZAZIONI .....</b>	<b>358</b>
26.1	Campo di applicazione .....	358
26.2	Materiali, elementi costruttivi.....	359
26.3	Esecuzione .....	360
26.3.1	Generalità .....	360

26.3.2 Impermeabilizzazione contro l'umidità risalente dal suolo e contro l'acqua di percolazione non ristagnante .....	361
26.3.3 Impermeabilizzazione contro l'acqua non in pressione.....	361
26.3.3.1 Con sollecitazione limitata su solai all'aperto.....	361
26.3.3.2 Con alta sollecitazione su solai all'aperto ed interrati.....	362
26.3.3.3 Locali umidi .....	362
26.3.4 Impermeabilizzazione contro acqua di percolazione ristagnante .....	362
26.3.5 Impermeabilizzazione contro acqua in pressione dall'esterno.....	362
26.3.6 Impermeabilizzazione contro acqua in pressione dall'interno.....	362
26.3.7 Impermeabilizzazioni sotto aree a verde intensivo.....	362
26.3.8 Impermeabilizzazione in corrispondenza di giunti di dilatazione .....	362
26.3.8.1 Risalita di umidità dal suolo ed acqua di percolazione non ristagnante .....	363
26.3.8.2 Acqua non in pressione su solai.....	363
26.3.8.3 Acqua filtrante ristagnante .....	363
26.3.8.4 Acqua in pressione dall'esterno .....	363
26.3.8.5 Acqua in pressione dall'interno, aree a verde intensivo.....	364
26.3.9 Raccordi ad elementi emergenti, collegamenti, bordi.....	364
26.3.9.1 Umidità in risalita dal terreno e acqua di percolazione non ristagnante .....	364
26.3.9.2 Acqua non in pressione su solai.....	364
26.3.9.3 Acqua di percolazione ristagnante .....	364
26.3.9.4 Acqua in pressione dall'esterno .....	364
26.3.9.5 Acqua in pressione dall'interno, aree a verde intensivo.....	365
26.3.10 Raccordi di impermeabilizzazione nella zona platea di fondazione/parete	365
26.3.11 Strati isolanti, strati di separazione, strati di protezione.....	365
26.4 Prestazioni accessorie, prestazioni particolari.....	365
26.4.1 Prestazioni accessorie .....	365
26.4.2 Prestazioni particolari .....	366
26.5 Contabilizzazione .....	367
26.5.1 Generalità .....	367
26.5.1.1 Per opere da contabilizzare a superficie (m <sup>2</sup> ): .....	367
26.5.1.2 Per opere da contabilizzare a lunghezza (m):.....	367
26.5.1.3 Per opere da contabilizzare a pezzo (pz): .....	367
<b>27 OPERE DA CONCIATETTI ED IMPERMEABILIZZAZIONI DI COPERTURE.....</b>	<b>368</b>
27.1 Campo di applicazione .....	368

27.2 Materiali, elementi costruttivi .....	368
27.2.1 Materiali per coperture discontinue .....	368
27.2.2 Materiali per impermeabilizzazioni di coperture .....	369
27.2.2.1 Membrane bituminose e membrane bituminose polimeriche .....	369
27.2.2.2 Membrane sintetiche .....	369
27.2.2.3 Sottostrati .....	370
27.2.3 Isolanti termici .....	370
27.3 Esecuzione .....	370
27.3.1 Generalità .....	371
27.3.2 Coperture discontinue .....	371
27.3.2.1 Generalità .....	371
27.3.2.2 Coperture discontinue con tegole di laterizio e tegole di calcestruzzo .....	372
27.3.2.3 Coperture discontinue con tegole di ardesia .....	372
27.3.2.4 Coperture discontinue con lastre piane di fibrocemento .....	373
27.3.2.5 Coperture discontinue con lastre ondulate di fibrocemento .....	374
27.3.2.6 Coperture discontinue con elementi prefabbricati in metallo .....	374
27.3.2.7 Coperture discontinue con scandole di legno .....	374
27.3.2.8 Coperture discontinue con tegole bituminose .....	374
27.3.2.9 Coperture discontinue con lastre ondulate bituminose .....	375
27.3.2.10 Coperture con giunchi o paglia .....	375
27.3.3 Coperture continue realizzate con membrane .....	376
27.3.3.1 Generalità .....	376
27.3.3.2 Impermeabilizzazioni di coperture continue con membrane bituminose .....	376
27.3.3.3 Impermeabilizzazioni di coperture continue con membrane sintetiche .....	378
27.3.4 Rivestimenti di pareti esterne .....	378
27.3.4.1 Rivestimenti di pareti esterne con ardesia .....	378
27.3.4.2 Rivestimenti di pareti esterne con lastre piane in fibrocemento .....	378
27.3.4.3 Rivestimenti di pareti esterne con lastre ondulate di fibrocemento .....	378
27.3.4.4 Rivestimenti di pareti esterne con elementi prefabbricati in metallo .....	379
27.4 Prestazioni accessorie, prestazioni particolari .....	379
27.4.1 Prestazioni accessorie .....	379
27.4.2 Prestazioni particolari .....	379
27.5 Contabilizzazione .....	380
27.5.1 Generalità .....	380
27.5.2 Opere portate in detrazione .....	381



27.5.2.1 Per opere da contabilizzare a superficie (m²): .....	381
27.5.2.2 Per opere da contabilizzare a lunghezza (m): .....	381
27.6 Specifiche di progetto .....	381
27.6.1 Manto impermeabile a base bituminosa .....	381
27.6.2 Vernice protettiva della guaina bituminosa in copertura .....	382
<b>28 OPERE DA LATTONIERE .....</b>	<b>383</b>
28.1 Campo di applicazione .....	383
28.2 Materiali, elementi costruttivi .....	383
28.2.1 Lamiere e nastri di zinco .....	383
28.2.2 Lamiere e nastri di acciaio .....	383
28.2.2.1 Lamiere e nastri di acciaio zincato a caldo e verniciato .....	383
28.2.2.2 Lamiere e nastri di acciaio inossidabile .....	383
28.2.3 Lamiere, nastri e profilati di rame .....	384
28.2.4 Alluminio e leghe di alluminio .....	384
28.2.5 Lamiere di piombo e di leghe di piombo .....	384
28.2.6 Elementi costruttivi zincati a caldo e piombati a caldo .....	384
28.2.7 Materiali di collegamento (materiali per saldatura e brasatura) ed elementi di connessione .....	385
28.2.8 Canali di gronda e pluviali .....	385
28.3 Esecuzione .....	385
28.3.1 Generalità .....	385
28.3.2 Coperture metalliche in lamiera aggraffata, aggraffata su listello nonché saldata a rulli .....	387
28.3.3 Rivestimenti metallici di pareti .....	387
28.3.4 Compluvi .....	388
28.3.5 Opere da lattoniere di altro tipo .....	388
28.3.6 Tabelle e figure .....	388
28.4 Prestazioni accessorie, prestazioni particolari .....	399
28.4.1 Prestazioni accessorie .....	399
28.4.2 Prestazioni particolari .....	399
28.5 Contabilizzazione .....	401
28.5.1 Generale .....	401
28.5.2 Denominazioni con illustrazione grafica e unità di conteggio .....	401
28.5.2.1 Sistema smaltimento acqua piovana .....	401

28.5.2.2 Lattonerie sagomate .....	403
28.5.2.3 Elementi emergenti .....	405
28.5.2.4 Sistemi di copertura.....	407
28.5.2.5 Accessori.....	409
28.5.3 Rilievo delle misure e delle quantità .....	410
28.5.3.1 Per opere da contabilizzare a superficie (m²) .....	410
28.5.3.2 Per opere da contabilizzare a lunghezza (m).....	413
28.5.3.3 Computo metrico a numero (pezzi) .....	416
28.6 Specifiche di progetto .....	418
28.6.1 Pluviali in lamiera zincata.....	418
28.6.2 Canale di gronda in lamiera .....	418
28.6.3 Scossaline in acciaio zincato.....	418
<b>29 FERRAMENTA .....</b>	<b>419</b>
29.1 Campo di applicazione .....	419
29.2 Materiali, elementi costruttivi.....	419
29.2.1 Requisiti generali.....	419
29.2.2 Ferramenta per porte.....	420
29.2.3 Ferramenta per portoni, porte a fisarmonica, porte a libro e porte scorrevoli ...	421
29.2.4 Chiudiporta idraulici e chiudiporta con automatismi di apertura .....	421
29.2.5 Sistemi di porte motorizzati.....	422
29.2.6 Dispositivi fermaporta .....	422
29.2.7 Apriporta elettrici.....	422
29.2.8 Ferramenta per serramenti.....	422
29.2.9 Ferramenta per uscite di emergenza e porte antipanico.....	423
29.2.10 Ferramenta per mobili incorporati .....	424
29.3 Esecuzione .....	424
29.3.1 Generalità .....	424
29.3.2 Montaggio della ferramenta.....	425
29.4 Prestazioni accessorie e prestazioni particolari .....	426
29.4.1 Prestazioni accessorie .....	426
29.4.2 Prestazioni particolari .....	427
29.5 Contabilizzazione .....	427
29.6 Specifiche di progetto .....	427

29.6.1 Infitto per fineitre e portefineitre di alluminio .....	427
29.6.2 Pannello di vetro per fineitre .....	427
29.6.3 Porte interne in alluminio .....	428
29.6.4 Serramenti metallici con griglia di ventilazione .....	428
29.6.5 Portone a libro .....	428
<b>30 OPERE DI COMPLETAMENTO .....</b>	<b>429</b>
30.1 Pavimentazioni interne .....	429
30.1.1 Generalità .....	429
30.1.2 Pavimento industriale .....	429
30.1.3 Pavimento galleggiante sopraelevato .....	430
<b>31 OPERE ELETTROMECCANICHE .....</b>	<b>432</b>
31.1 Sezione A1 – Pre-ossidazione .....	432
31.1.1 Macchine .....	432
31.1.1.1 A1-CR-101 A/R .....	432
31.1.1.2 A1-PD-101 .....	432
31.1.2 Strumenti .....	434
31.1.2.1 A1-LSLL-101, A1-LSL-101, A1-LSH-101, A1-LSHH-101, A1-LSLL-102, A1-LSL-102, A1-LSH-102 .....	434
31.1.2.2 A1-LIT-101 .....	434
31.1.2.3 A1-FIT-101 .....	435
31.1.2.4 A1-AIT-101 .....	435
31.1.2.5 A1-AIT-102 .....	436
31.1.2.6 A1-AIT-103 .....	437
31.1.3 Equipaggiamenti .....	438
31.1.3.1 A1-TK-101 .....	438
31.1.3.2 A1-DD-101 .....	438
31.2 Sezione B1 – Filtrazione dual media .....	439
31.2.1 Macchine .....	439
31.2.1.1 B1-PS-101 A/R .....	439
31.2.2 Strumenti .....	441
31.2.2.1 B1-PI-101 A/R .....	441
31.2.2.2 B1-PI-102, B1-PI-103 .....	441
31.2.2.3 B1-PIT-101, B1-PIT-102 .....	441
31.2.3 Organi di regolazione .....	442
31.2.3.1 B1-Vfpo-101 .....	442

31.2.3.2 B1-VFpo-102.....	444
31.2.3.3 B1-VFpo-103.....	445
31.2.3.4 B1-VFpo-104.....	447
31.2.3.5 B1-VFpo-105.....	449
31.2.4 Equipaggiamenti.....	451
31.2.4.1 B1-FS-101 .....	451
31.3 Sezione B2 – Filtrazione a carboni attivi granulari (GAC).....	454
31.3.1 Strumenti.....	454
31.3.1.1 B1-PI-101, B1-PI-102 .....	454
31.3.1.2 B1-PIT-101, B1-PIT-102 .....	454
31.3.2 Equipaggiamenti.....	455
31.3.2.1 B2-FC-101 .....	455
31.4 Sezione B3 – Controlavaggio filtri dual media e GAC .....	457
31.4.1 Macchine .....	457
31.4.1.1 B3-CR-101 .....	457
31.4.1.2 B3-PS-101 A/B .....	462
31.4.2 Strumenti.....	464
31.4.2.1 B3-PI-101 A/B .....	464
31.4.2.2 B3-PIT-101 .....	465
31.5 Sezione C1 – Accumulo finale e disinfezione.....	465
31.5.1 Macchine .....	465
31.5.1.1 C1-PD-101 .....	465
31.5.2 Strumenti.....	467
31.5.2.1 C1-LSLL-101, C1-LSL-101, C1-LSH-101, C1-LSHH-101, C1-LSLL-102, C1-LSL-102, C1-LSH-102 .....	467
31.5.2.2 C1-LIT-101 .....	467
31.5.2.3 C1-AIT-101 .....	467
31.5.2.4 C1-AIT-102.....	468
31.5.2.5 C1-CD-101 .....	469
31.5.3 Organi di regolazione.....	470
31.5.3.1 C1-VFpo-101.....	470
31.5.3.2 C1-VFpo-102.....	472
31.5.4 Equipaggiamenti.....	474
31.5.4.1 C1-TK-101 .....	474
31.6 Sezione C2 – Invio in rete.....	474

31.6.1 Macchine .....	474
31.6.1.1 C2-PS-101 A/R.....	474
31.6.1.2 C2-PS-102 A/R.....	476
31.6.2 Strumenti.....	479
31.6.2.1 C2-PI-101 A/R, C2-PI-102 A/R.....	479
31.6.2.2 C2-FIT-101 .....	479
31.6.2.3 C2-FIT-102.....	480
31.6.2.4 C2-PIT-101, C2-PIT-102.....	480
31.6.3 Equipaggiamenti.....	481
31.6.3.1 C2-TK-101, C2-TK-102 .....	481
<b>32 OPERE ELETTRICHE .....</b>	<b>483</b>
<b>32.1 IMPIANTI ELETTRICI .....</b>	<b>483</b>
<b>32.2 GRADI DI PROTEZIONE MINIMI.....</b>	<b>483</b>
<b>32.3 CONTRASSEGNI – COLORAZIONI - INDIVIDUAZIONI .....</b>	<b>483</b>
32.3.1 Apparecchiature interne .....	483
32.3.2 Apparecchiature esterne.....	484
32.3.2.1 Colori delle lampade di segnalazione e loro significato .....	484
32.3.2.2 Colori dei pulsanti e loro significato .....	486
<b>32.4 CONDIZIONI DI PROGETTO E DATI DEL SISTEMA DI TENSIONE, DI DISTRIBUZIONE E DI UTILIZZAZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA .....</b>	<b>487</b>
32.4.1 Tensione nominale e d'esercizio del sistema elettrico.....	488
32.4.2 Funzionamento del sistema elettrico .....	488
32.4.3 Frequenza nominale del sistema elettrico .....	488
32.4.4 Cadute di tensione .....	488
<b>32.5 NOTE GENERALI .....</b>	<b>489</b>
<b>32.6 MODALITÀ DI MONTAGGIO .....</b>	<b>490</b>
<b>32.7 CAVI E CONDUTTORI .....</b>	<b>491</b>
32.7.1 Caratteristiche tecniche e costruttive cavo di Bassa Tensione .....	491
32.7.2 Caratteristiche tecniche e costruttive cavo di Bassa Tensione a bassa emissione di fumi e gas tossici .....	492
32.7.3 Caratteristiche tecniche e costruttive cavo schermato per segnali.....	493
32.7.4 Caratteristiche tecniche e costruttive cavo schermato a bassa emissione di fumi e gas tossici per segnali.....	494
<b>32.8 DIMENSIONAMENTO DELLE CONDUTTURE.....</b>	<b>495</b>

<b>32.8.1 Condizioni d'esercizio .....</b>	<b>496</b>
32.8.1.1 Tensione .....	496
32.8.1.2 Corrente .....	496
32.8.1.3 Portate .....	496
32.8.1.4 Temperatura ambiente .....	497
32.8.1.5 Conduttori in parallelo .....	497
32.8.1.6 Compatibilità .....	497
32.8.1.7 Accessibilità .....	497
<b>32.8.2 Dimensionamento dei cavi ed influenza delle condizioni di posa .....</b>	<b>497</b>
<b>32.8.3 Portata dei cavi .....</b>	<b>498</b>
<b>32.8.4 Influenze esterne .....</b>	<b>498</b>
<b>32.8.5 Armatura e schermatura .....</b>	<b>498</b>
<b>32.8.6 Identificazione .....</b>	<b>499</b>
<b>32.8.7 Identificazione dei conduttori di neutro e di protezione .....</b>	<b>499</b>
<b>32.9 CRITERI DI POSA DEI CIRCUITI E DELLE CONDUTTURE .....</b>	<b>499</b>
32.9.1 Criteri di posa .....	499
32.9.2 Lavori preliminari alla posa .....	499
32.9.3 Requisiti di posa .....	499
32.9.4 Sforzi di tiro applicabili ai cavi per la posa .....	500
32.9.5 Temperatura di posa .....	501
32.9.6 Raggio di curvatura .....	501
32.9.7 Supportazione dei cavi .....	502
<b>32.10 GIUNZIONI E TERMINAZIONI .....</b>	<b>502</b>
32.10.1 Requisiti generali .....	502
32.10.2 Terminazioni .....	502
32.10.3 Terminazione e giunzione dei singoli conduttori .....	503
<b>32.11 IDENTIFICAZIONE DEI CAVI .....</b>	<b>504</b>
32.11.1 Identificazione dei cavi posati aerei .....	504
32.11.2 Identificazione dei cavi posati in tubi .....	504
<b>32.12 REQUISITI, CRITERI E MODALITÀ PER LA POSA DEI CAVI "AEREI" IN PASSERELLE, CANALETTE     O CUNICOLI NON RIEMPITI .....</b>	<b>504</b>
32.12.1 Requisiti di posa .....	505
32.12.2 Attraversamenti .....	505
32.12.3 Requisiti, criteri e modalità per la posa dei cavi in vista su opere murarie ..	505

32.12.4	Posa cavi su fune d'acciaio .....	506
32.13	REQUISITI, CRITERI E MODALITÀ PER LA POSA DEI CAVI IN TUBI .....	506
32.13.1	Requisiti di posa dei cavi .....	506
32.14	REQUISITI, CRITERI E MODALITÀ PER LA POSA DEI CAVI DIRETTAMENTE INTERRATI O POSATI IN CUNICOLI RIEMPITI .....	506
32.15	PROFONDITÀ DI POSA DI CAVI D'ENERGIA .....	507
32.16	PROFONDITÀ DI POSA DEI CONDUTTORI DI TERRA .....	507
32.17	CONDIZIONI PARTICOLARI DI POSA .....	507
32.17.1	Attraversamenti stradali .....	507
32.17.2	Zone non pedonali .....	507
32.17.3	Aree pavimentate .....	507
32.18	DERIVAZIONI DAI PERCORSI PRINCIPALI E USCITE FUORI TERRA .....	508
32.19	INCROCI FRA CAVI ELETTRICI .....	508
32.19.1	Coesistenza fra cavi di energia e cavi di telecomunicazione .....	508
32.19.2	Coesistenza tra cavi di energia e tubazioni o strutture metalliche interrate .....	509
32.20	ELENCHI DEI CAVI .....	509
32.21	SISTEMI DI SUPPORTO DEI CAVI .....	509
32.22	TUBI .....	509
32.22.1	Generalità .....	509
32.22.2	Parallelismi e giunzioni .....	510
32.22.3	Terminazioni dei tubi .....	511
32.22.4	Protezione delle filettature .....	511
32.22.5	Curve e raggi di curvatura .....	511
32.22.6	Requisiti di posa in vista dei tubi porta cavi .....	512
32.22.7	Supportazione di tubi .....	512
32.22.8	Tubi su più strati .....	512
32.22.9	Requisiti di posa dei tubi-guaina flessibili .....	513
32.22.10	Tubo rigido di PVC per impianti elettrici .....	513
32.22.11	Tubo flessibile di PVC serie pesante (corrugato) .....	514
32.22.12	Tubo flessibile con spirale rigida di PVC (guaina) .....	514
32.22.13	Tubo flessibile con spirale di acciaio zincato (guaina) .....	515
32.23	CASSETTE DI DERIVAZIONE PER IMPIANTI ELETTRICI .....	515
32.23.1	Piccola cassetta di derivazione del tipo a parete .....	515

32.23.2	Media cassetta di derivazione del tipo a parete .....	516
32.23.3	Cassette di derivazione stagne da esterno di materiale plastico rinforzato con fibre di vetro.....	516
32.23.4	Pressa cavi.....	516
32.23.5	Montaggio delle cassette di derivazione .....	517
32.24	CANALETTE .....	518
32.24.1	Passerelle rettilinee reticolate, in tondini di acciaio saldati, con zincatura galvanica a caldo dopo lavorazione.....	518
32.24.2	Materiale di supporto .....	519
32.25	DISPOSITIVI DI PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE .....	520
32.26	CONDIZIONI GENERALI DI PROTEZIONE DEI CONDUTTORI .....	520
32.27	CASI NEI QUALI PUÒ ESSERE OMESSA LA PROTEZIONE DAL SOVRACCARICO.....	521
32.28	CASI NEI QUALI SI RACCOMANDA DI NON PROTEGGERE DAL SOVRACCARICO .....	521
32.29	CONDIZIONI GENERALI DI PROTEZIONE DAL CORTO CIRCUITO .....	521
32.30	VERIFICA DELL'INTEGRALE DI JOULE .....	522
32.31	DISPOSITIVI AUTOMATICI AD INTERRUTORE .....	522
32.31.1	Correnti di riferimento.....	522
32.31.2	Caratteristiche d'intervento .....	522
32.32	DISPOSITIVI A FUSIBILE.....	522
32.32.1	Classificazione .....	522
32.32.2	Correnti di riferimento.....	523
32.32.3	Caratteristica d'intervento.....	523
32.32.4	Poteri d'interruzione e caratteristica $I^2t$ .....	524
32.32.5	Condizioni generali di protezione dal sovraccarico .....	524
32.32.6	Condizioni generali di protezione dal corto circuito .....	524
32.33	APPARECCHIATURE ELETTRICHE .....	525
32.34	CASSETTE IN MATERIALE PLASTICO .....	525
32.34.1	Cassette .....	525
32.34.2	Struttura .....	525
32.34.3	Verniciature .....	525
32.34.4	Messa a terra.....	525
32.35	STRUMENTAZIONE.....	526
32.36	NOTE GENERALI .....	526



<b>32.37</b>	<b>INSTALLAZIONE, MONTAGGIO E COLLEGAMENTO DELLA STRUMENTAZIONE .....</b>	<b>527</b>
<b>32.38</b>	<b>CASSETTE DI DERIVAZIONE PER STRUMENTAZIONE .....</b>	<b>527</b>
32.38.1	<i>Piccola cassetta di derivazione del tipo a parete .....</i>	527
32.38.2	<i>Media cassetta di derivazione del tipo a parete .....</i>	528
32.38.3	<i>Pressa cavi.....</i>	528
<b>32.39</b>	<b>NORMATIVE APPLICABILI .....</b>	<b>528</b>
<b>32.40</b>	<b>NORME .....</b>	<b>528</b>
32.40.1	<i>Norme .....</i>	529
32.40.2	<i>Direttive e linee guida .....</i>	529
<b>32.41</b>	<b>UNITÀ DI MISURA.....</b>	<b>529</b>
<b>33</b>	<b>QUADRI ELETTRICI.....</b>	<b>530</b>
33.1	Condizioni ambientali.....	530
33.2	Caratteristiche generali quadri BT.....	530
33.3	Sistema di sbarre principali e secondarie .....	532
33.4	Predisposizione installazione apparecchiature .....	532
33.5	Norme e classificazione .....	533
33.6	Messa a terra.....	533
33.7	Forme di segregazione.....	533
33.8	Connessioni di potenza .....	533
33.9	Morsettiere.....	533
33.10	Targhe indicatrici.....	534
33.11	Quadro QSC .....	534
<b>33.12</b>	<b>Quadro QED .....</b>	<b>535</b>
	<i>Apparecchiature interne .....</i>	536
33.13	Quadro QTLC .....	538
33.14	Quadro QPLC .....	540
<b>33.15</b>	<b>Quadro EV1-2 tipico.....</b>	<b>541</b>
<b>34</b>	<b>CAVIDOTTI INTERRATI.....</b>	<b>544</b>
<b>34.1</b>	<b>IDENTIFICAZIONE DELLE TUBAZIONI .....</b>	<b>544</b>
<b>34.2</b>	<b>PROPRIETÀ MECCANICHE.....</b>	<b>544</b>
<b>34.3</b>	<b>CLASSIFICAZIONE DEGLI SCAVI .....</b>	<b>544</b>
34.3.1	<i>Trincea stretta.....</i>	545

34.3.1.1 Profondità della trincea .....	545
34.3.1.2 Larghezza della trincea .....	545
34.3.1.3 Fondo della trincea .....	545
34.4 LETTO DI POSA E RINFIANCO .....	545
34.5 RIEMPIMENTO DELLO SCAVO .....	546
35 POZZETTI PER CAVIDOTTI.....	547
36 NORME TECNICHE GENERALI RIGUARDANTI L'APPALTO .....	548
36.1 MODALITÀ DI POSA DELLE TUBAZIONI .....	548
36.1.1 Tubazioni in vista .....	548
36.1.2 Tubazioni incassate .....	548
36.1.3 Tubazioni interrato .....	549
36.1.4 Passerelle portacavi .....	549
36.2 SCATOLE, CASSETTE DI DERIVAZIONE E POZZETTI .....	549
36.2.1 Generalità .....	549
36.2.2 Cassette di derivazione per impianti incassati .....	550
36.2.3 Cassette per impianti a vista con tubazioni in PVC .....	550
36.2.4 Cassette per impianti a vista con tubazioni in acciaio zincato .....	550
36.3 MODALITÀ DI POSA DELLE SCATOLE, CASSETTE E POZZETTI .....	551
36.3.1 Generalità .....	551
36.3.2 Cassette incassate .....	551
36.3.3 Cassette in vista .....	552
36.4 MATERIALE DELLA SERIE CIVILE .....	552
36.4.1 Generalità .....	552
36.4.2 Modalità di installazione del materiale della serie civile .....	552
36.5 IMPIANTI DI MESSA A TERRA .....	553
36.6 MESSA IN FUNZIONE E COLLAUDI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI .....	553
36.6.1 Collaudo tecnico finale e in corso d'opera .....	553
36.6.2 Messa in funzione degli impianti .....	554
36.6.3 Collaudo tecnico .....	554
36.6.3.1 Verifica qualitativa e quantitativa .....	555
36.6.3.2 Verifica della corretta esecuzione dei circuiti di protezione contro le tensioni di contatto ottenuta mediante messa a terra .....	556
36.6.3.3 Resistenza di isolamento .....	556
36.6.3.4 Variazione di tensione da vuoto a carico .....	556



36.6.3.5 Continuità del conduttore di terra e protezione .....	556
36.6.3.6 Sfilabilità dei conduttori .....	556
36.7 LISTA DEI PREZZI DI RICAMBIO .....	557
36.8 NORME AGGIUNTIVE .....	557
37 RIMOZIONE E SMALTIMENTO DI APPARECCHIATURE ELETTROMECCANICHE.....	558
37.1 GENERALITÀ .....	558
37.2 MODALITÀ ESECUTIVE.....	558
37.3 INTERRUTTORE DI LIVELLO A VARIAZIONE DI ASSETTO .....	558

## 1 PREMESSA

---

Per quanto riguarda le prestazioni delle varie componenti ed elementi previsti a progetto, si ritiene parte integrante del presente capitolato quanto indicato nell'Elenco Prezzi Unitari per ciascuna voce utilizzata sia per ciò che attiene alle norme tecniche di riferimento sia per ciò che attiene alle caratteristiche prestazionali previste.

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni del capitolato ed essere della migliore qualità; la loro consegna deve essere sempre preventivamente segnalata alla Direzione Lavori. Tutte le consegne a piè d'opera dovranno essere accettate dalla Direzione Lavori; ciò varrà in particolare se l'Appaltatore chiederà di fornire elementi di caratteristiche diverse da quelle indicate nei capitolati.

La consegna dei materiali e delle apparecchiature, nonché l'accettazione degli stessi verrà certificata mediante appositi verbali redatti dalla Direzione dei Lavori.

Pertanto i materiali ed i componenti possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del Direttore dei Lavori. 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 o che siano stati posati senza preventiva sua accettazione; in questo ultimo caso l'Appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese.

Ove l'Appaltatore non effettui la rimozione 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.

I controlli e le verifiche eseguite dalla Stazione Appaltante nel corso dell'appalto non escludono la responsabilità dell'Appaltatore per vizi, difetti e difformità dell'opera, di parte di essa, o dei materiali impiegati, né la garanzia dell'Appaltatore stesso per le parti di lavoro e materiali già controllati. Tali controlli e verifiche non determinano l'insorgere di alcun diritto in capo all'Appaltatore, né alcuna preclusione in capo alla Stazione Appaltante.

L'Appaltatore resta totalmente responsabile della riuscita delle opere, anche quando questa dipenda dai sopracitati elementi. Restano fermi i diritti e i poteri della Stazione Appaltante in sede di collaudo malgrado l'accettazione, la posa e le verifiche dei suddetti elementi. 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 un aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite.

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

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal capitolato speciale d'appalto, sono disposti dalla Direzione dei Lavori o dall'organo di collaudo. Il costo di tali prove, nel corrispondente numero reso obbligatorio per legge, regolamento o capitolato, è a carico dell'Appaltatore. 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.

L'Appaltatore non ha diritto a nessun compenso per le strutture, gli elementi prefabbricati e le apparecchiature eventualmente manomesse per il prelievo dei campioni.

La Direzione dei Lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi, per numero e tipologia, ancorché non prescritte per legge, regolamento o capitolato speciale d'appalto, ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico, salvo che dalla prova non consegua l'accertamento dell'inidoneità dei materiali o dei componenti. In quest'ultima ipotesi, il costo delle prove ed analisi è a carico dell'Appaltatore.

## **2 REGOLE GENERALI PER LAVORI DI COSTRUZIONE DI QUALSIASI TIPOLOGIA**

---

### **2.1 CAMPO D'APPLICAZIONE**

Le presenti DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia" valgono per tutti i lavori di costruzione, anche per quelli, per i quali non siano state predisposte DTC particolari.

I riferimenti alle norme DIN, ÖNORM o altre norme estere sono da intendersi come definizione di "esecuzione a regola d'arte". Attestati di prova e certificati secondo le suddette norme possono anche essere costituite da documentazione equivalente, purché vengano rispettati i più aggiornati principi della "esecuzione a regola d'arte".

Nell'ottica di un permanente aggiornamento dei presenti capitolati valgono sempre, anche se qui non esplicitamente richiamate, le edizioni più recenti ed aggiornate dei riferimenti normativi considerati. Solo per i riferimenti normativi di buona tecnica con indicazione della data si considera unicamente ed espressamente l'edizione citata. Qualora le norme nazionali venissero sostituite da norme europee EN, valgono queste ultime, anche se non esplicitamente citate.



Per lavorazioni particolari per le quali non siano disponibili disposizioni normative specifiche, dovranno essere seguite le disposizioni contenute nelle schede tecniche del produttore, fatta salva comunque la rispondenza ai requisiti prestazionali richiesti.

In caso di discordanza prevalgono le prescrizioni specifiche delle DTC per le varie categorie di lavoro.

## **2.2 MATERIALI, ELEMENTI COSTRUTTIVI**

### **2.2.1 Generalità**

1. Le prestazioni comprendono la fornitura dei materiali ed elementi costruttivi occorrenti, con lo scarico ed il deposito in cantiere.
2. L'appaltatore deve tempestivamente chiedere al committente i materiali ed elementi costruttivi messi a disposizione dal committente stesso.
3. I materiali ed elementi costruttivi devono essere idonei al loro impiego e devono essere tra di loro compatibili.
4. Nell'ambito delle generali iniziative ecologiche si dovrà promuovere e sostenere l'impiego per tutti i lavori di materiali riciclati. Qualora siano disponibili materiali riciclati compatibili con le esigenze economiche e rispondenti ai requisiti delle vigenti direttive sul reimpiego di materiali di recupero, essi sono obbligatoriamente da preferire ai materiali di produzione primaria. I materiali riciclati usati devono essere prodotti in impianti regolarmente autorizzati secondo la normativa vigente in materia di gestione dei rifiuti e devono rispondere ai requisiti tecnici e prestazionali previsti dalla normativa vigente.

### **2.2.2 Messa a disposizione**

I materiali ed elementi costruttivi che l'appaltatore deve solo mettere a disposizione e che quindi non faranno parte dell'opera, possono essere sia nuovi che usati a discrezione dell'appaltatore.

### **2.2.3 Fornitura**

1. I materiali ed elementi costruttivi che devono essere forniti e messi in opera dall'appaltatore, e che quindi faranno parte dell'opera, devono essere nuovi e non usati. I materiali riciclati valgono come non usati, se sono conformi a quanto previsto al punto 1.2.1.3.
2. I materiali ed elementi costruttivi per i quali sono applicabili norme tecniche, devono essere conformi ad esse per qualità e per dimensione.
3. I materiali ed elementi costruttivi per i quali, secondo le norme, è richiesta l'omologazione devono essere omologati e conformi ai requisiti di omologazione.

4. I materiali ed elementi costruttivi per i quali nella disciplinare prestazionale non si faccia riferimento a particolari specifiche tecniche, possono essere utilizzati anche nel caso in cui siano conformi a norme, prescrizioni tecniche o ad altre disposizioni di Stati esteri, purché il grado di protezione richiesto per la sicurezza, la salute e la funzionalità venga garantito in maniera duratura.

Qualora per i materiali ed elementi costruttivi sia previsto in via generale l'obbligo di verifica, di marchiatura o venga richiesta la certificazione d'idoneità, ad es. mediante l'omologazione da parte dell'autorità di controllo, si può presupporre l'equivalenza solo qualora i materiali ed elementi costruttivi rechino un marchio di controllo o di verifica o qualora sia stata eseguita ed attestata la citata verifica di idoneità.

## 2.3 ESECUZIONE

1. Quando nell'ambito del cantiere si trovano aree aperte al traffico nonché impianti di alimentazione e di scarico, vanno osservate le norme ed ordinanze emesse dalle autorità competenti. Se non è possibile indicare l'esatta ubicazione di tali impianti, essa va individuata mediante indagini. Tali misure costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 1.4.2.1)
2. Le aree destinate al traffico vanno tenute libere da ostacoli. L'accesso alle strutture da parte delle aziende di approvvigionamento e di smaltimento, dei vigili del fuoco, delle poste e delle ferrovie, ai capisaldi per rilievi geometrici e simili non dovrà essere intralciato durante i lavori se non nella misura strettamente necessaria.
3. Il committente dovrà essere immediatamente informato del rinvenimento di sostanze nocive, ad es. nei terreni, nelle acque o negli elementi costruttivi. In caso di pericolo imminente, l'appaltatore deve prendere immediatamente idonee misure di sicurezza. Le ulteriori misure vanno stabilite di comune accordo. Le misure adottate e quelle ulteriori concordate costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 1.4.2.1).

## 2.4 PRESTAZIONI ACCESSORIE, PRESTAZIONI PARTICOLARI

### 2.4.1 Prestazioni accessorie

Sono prestazioni accessorie le prestazioni che rientrano tra gli obblighi contrattuali anche senza essere espressamente menzionate nel contratto e negli elaborati progettuali.

Prestazioni accessorie, se non espressamente oggetto di voci nell'elenco delle prestazioni e dei prezzi, si intendono sempre compensate in uno con le prestazioni a cui si riferiscono.

Prestazioni accessorie sono pertanto in particolare:

1. Allestimento e smobilizzo del cantiere, ivi comprese le attrezzature e simili.

2. Messa a disposizione dell'impianto di cantiere, ivi comprese le attrezzature e simili.
3. Le misurazioni effettuate per l'esecuzione e la contabilizzazione dei lavori, compresa la messa a disposizione degli strumenti di misura, dei capisaldi, dei picchetti, il mantenimento dei capisaldi, dei picchetti e simili durante l'esecuzione dell'opera e la messa a disposizione della manodopera.
4. Misure di protezione e di sicurezza ai sensi delle norme antinfortunistiche e delle disposizioni impartite dalle autorità competenti, eccezion fatta per le prestazioni di cui ai punti 1.4.2.4 e 1.4.2.5
5. Illuminazione, riscaldamento e pulizia dei locali di riposo e dei locali sanitari utilizzati dai dipendenti dell'appaltatore.
6. Distribuzione dell'acqua e dell'energia elettrica a partire dai punti di allacciamento.
7. Fornitura dei materiali di consumo.
8. Messa a disposizione delle attrezzature minute e degli attrezzi.
9. Trasporto in cantiere di tutti i materiali ed elementi costruttivi, anche se forniti dal committente, dai relativi depositi fino al cantiere ovvero dai luoghi di consegna indicati nella documentazione progettuale fino ai luoghi d'impiego, ed eventuale trasporto di ritorno.
10. Protezione delle opere contro le acque piovane normalmente prevedibili e convogliamento di esse qualora necessario.
11. Smaltimento di rifiuti dalle aree affidate all'appaltatore ed eliminazione dei rifiuti derivanti dai lavori dello stesso.

#### **2.4.2 Prestazioni particolari**

Sono prestazioni particolari quelle prestazioni che non sono considerate come accessorie ai sensi del punto 1.4.1; esse non fanno parte degli obblighi contrattuali se non sono espressamente menzionate negli elaborati progettuali. Prestazioni particolari sono per esempio:

1. Gli interventi di cui al punto 1.3.1 ed al punto 1.3.3
2. La sorveglianza delle prestazioni di altri imprenditori.
3. L'adempimento di compiti del Committente relativi alla progettazione ed all'esecuzione dell'opera.
4. Misure contro gli infortuni e di protezione della salute per il personale di altri imprenditori.
5. Particolari misure di protezione e di sicurezza per i lavori svolti in aree contaminate, per esempio sorveglianza mediante strumenti di misura, impiego di speciali attrezzature accessorie per macchine ed impianti, segregazione delle zone di lavoro.
6. Particolari misure di protezione contro danni causati da agenti atmosferici, da inondazioni e dall'acqua di falda, conseguenti ad eventi eccezionali.



7. Assicurazione della prestazione a favore del committente fino al collaudo o assicurazione di un rischio straordinario relativo alla responsabilità civile.
8. Verifiche particolari di materiali ed elementi costruttivi forniti dal committente.
9. Installazione, messa a disposizione, esercizio e rimozione di dispositivi situati all'esterno del cantiere e destinati alla deviazione e alla regolazione del traffico pubblico e di quello dei confinanti.
10. Predisposizione di parti dell'impianto cantiere per altre imprese o per il committente.
11. Misure particolari di protezione dell'ambiente, del paesaggio e dei beni culturali.
12. Smaltimento di rifiuti in misura eccedente a quanto prescritto al punto 4.1.11.
13. Protezioni particolari delle opere, eseguite qualora il committente richieda l'utilizzo anticipato.
14. Eliminazione di impedimenti ai lavori.
15. Misure accessorie per il proseguimento dei lavori in caso di gelo e neve, se non costituiscono oneri assunti dall'Appaltatore.
16. Misure particolari di protezione e messa in sicurezza di costruzioni e di terreni adiacenti esposti a rischio.
17. Protezione di condutture, cavi, drenaggi, canali, capisaldi, alberi, piante e simili.

## 2.5 CONTABILIZZAZIONE

Le prestazioni devono essere contabilizzate in base ai disegni di progetto, qualora le prestazioni eseguite corrispondano ai disegni. In mancanza di documentazione grafica, si procederà al rilievo mediante misurazione in sito.

## 3 LAVORI IN TERRA

---

### 3.1 CAMPO DI APPLICAZIONE

Le presenti DTC "Lavori in terra" si applicano alla rimozione, al caricamento, al trasporto, alla stesa in opera ed al costipamento di terreni e materiale roccioso.

Esse si applicano anche per:

- l'estrazione di terreno e di roccia in falda freatica o in zone riparie sotto il livello dell'acqua, quando questi lavori vengono eseguiti in concomitanza con l'estrazione di terreno e roccia eseguiti da terra;
- la vagliatura ed al trattamento del terreno e della roccia per la loro utilizzazione nelle opere geotecniche in genere;



- i lavori geotecnici con materiali riciclati, sottoprodotti industriali nonché altri materiali;
- per lavori in terra eseguiti in concomitanza con lavori contemplati nelle:
  - DTC "Collettori di fognatura e connessioni di scarico"
  - DTC "Condotte in pressione interrate e fuori terra"
  - DTC "Opere di drenaggio e di dispersione delle acque"
  - DTC "Sistemi di cavi e di tubi per linee interrate"

Condotte ai sensi delle DTC "Lavori in terra" sono condotte e canali di scarico, condotte in pressione, cavi, canalette per cavi e guaine di protezione.

Le presenti DTC non si applicano per lavori in terra contemplati nelle DTC per

- perforazioni,
- scavi subacquei,
- lavori in sotterraneo,
- diaframmi con fluidi di supporto,
- lavori eseguiti con la tecnica spingitubo,
- opere di costruzione del paesaggio.

A titolo integrativo sono applicabili le DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia" punti da 1.1 a 1.5. In caso di discordanza prevalgono le prescrizioni specifiche delle presenti DTC.

### **3.2 MATERIALI, ELEMENTI COSTRUTTIVI; TERRENI E ROCCE**

Ad integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 2, vale quanto segue.

#### **3.2.1 Generalità**

1. Il terreno e la roccia di risulta eccedenti non diventano proprietà dell'appaltatore.
2. Non fa parte della prestazione la fornitura di terreno e roccia.
3. Se il terreno e la roccia devono essere fornite dall'appaltatore, la fornitura comprende anche lo scaricamento a piè d'opera ed il deposito in cantiere.

#### **3.2.2 Descrizione del terreno e della roccia**

Per le indagini, l'identificazione e la descrizione dei terreni e delle rocce valgono in particolare le seguenti norme tecniche:

- D.M. delle Infrastrutture e dei Trasporti del 17 gennaio 2018 Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni.
- D.M. Infrastrutture e trasporti 31 Luglio 2012 Approvazione delle Appendici nazionali recanti i parametri tecnici per l'applicazione degli Eurocodici
- UNI EN 1610 Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura
- UNI EN 1997-1 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali
- UNI EN 1997-2 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo
- UNI EN 13383-1 Aggregati per opere di protezione - Specifiche
- UNI EN 13383-2 Aggregati per opere di protezione – Metodi di prova
- UNI EN ISO 14688-1 Indagini e prove geotecniche - Identificazione e classificazione dei terreni - Identificazione e descrizione
- UNI EN ISO 14688-2 Indagini e prove geotecniche - Identificazione e classificazione dei terreni - Parte 2: Principi per una classificazione
- UNI EN ISO 14689-1 Indagini e prove geotecniche - Identificazione e classificazione delle rocce - Identificazione e descrizione
- UNI CEN ISO/TS 17892-1 Indagini e prove geotecniche – Prove di laboratorio sui terreni – Parte 1: Determinazione del contenuto d'acqua
- UNI CEN ISO/TS 17892-2 Indagini e prove geotecniche – Prove di laboratorio sui terreni – Parte 2: Determinazione della massa volumica dei terreni a grana fine
- UNI CEN ISO/TS 17892-3 Indagini e prove geotecniche – Prove di laboratorio sui terreni – Parte 3: Determinazione della massa volumica dei granuli solidi – Metodo del picnometro
- UNI CEN ISO/TS 17892-4 Indagini e prove geotecniche – Prove di laboratorio sui terreni – Parte 4: Determinazione della distribuzione granulometrica
- UNI CEN ISO/TS 17892-5 Indagini e prove geotecniche – Prove di laboratorio sui terreni – Parte 5: Prova edometrica ad incrementi di carico
- UNI CEN ISO/TS 17892-6 Indagini e prove geotecniche – Prove di laboratorio sui terreni – Parte 6: Prova con la punta conica
- UNI CEN ISO/TS 17892-7 Indagini e prove geotecniche – Prove di laboratorio sui terreni – Parte 7: Prova di compressione non confinata su terreni a grana fine
- UNI CEN ISO/TS 17892-8 Indagini e prove geotecniche – Prove di laboratorio sui terreni – Parte 8: Prova triassiale non consolidata non drenata
- UNI CEN ISO/TS 17892-9 Indagini e prove geotecniche – Prove di laboratorio sui terreni – Parte 9: Prove di compressione triassiale, consolidate, su terreni saturi
- UNI CEN ISO/TS 17892-10 Indagini e prove geotecniche – Prove di laboratorio sui terreni – Parte 10: Prove di taglio diretto

- UNI CEN ISO/TS 17892-11 Indagini e prove geotecniche – Prove di laboratorio sui terreni – Parte 11: Determinazione della permeabilità con prove a carico costante o a carico variabile
- UNI CEN ISO/TS 17892-12 Indagini e prove geotecniche – Prove di laboratorio sui terreni – Parte 12: Determinazione dei limiti di Atterberg
- UNI EN ISO 22475-1 Indagini e prove geotecniche - Metodi di campionamento e misurazioni sull'acqua del sottosuolo - Parte 1: Principi tecnici per l'esecuzione
- UNI EN ISO 22476-2 Indagini e prove geotecniche – Prove in sito - Parte 2: Prova di penetrazione dinamica
- UNI EN ISO 22476-3 Indagini e prove geotecniche – Prove in sito - Parte 3: Prova penetrometrica dinamica tipo SPT (Standard Penetration Test)
- UNI CEN ISO/TS 22476-10 Indagini e prove geotecniche – Prove in sito - Parte 10: Prova di penetrazione sotto peso
- UNI CEN ISO/TS 22476-11 Indagini e prove geotecniche – Prove in sito - Parte 11: Prova con dilatometro piatto

### 3.2.3 Descrizione e classificazione di altri materiali

Materiali di riporto ed altri materiali, per esempio i materiali riciclati, sottoprodotti industriali, rifiuti, vengono identificati e classificati per quanto possibile secondo i criteri del punto 2.2.2. Altrimenti i materiali vengono descritti in dettaglio in base alle caratteristiche rilevanti per l'impiego nei lavori geotecnici.

## 3.3 ESECUZIONE

Ad integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.3, vale quanto segue

### 3.3.1 Generalità

1. La scelta della procedura esecutiva e dello svolgimento dei lavori nonché la scelta del tipo e dell'impiego dei mezzi d'opera sono riservate all'appaltatore.
2. Nel corso delle proprie verifiche l'Appaltatore dovrà formulare le proprie obiezioni in particolare nei seguenti casi:
  - a. insufficiente portanza o stato del terreno
  - b. condizioni ambientali non idonee (vedi punto 2.3.11)
3. Le costruzioni soggette a rischio vanno protette. Per la predisposizione delle misure di protezione e di sicurezza vanno osservate le prescrizioni dei proprietari o di altre persone legittimate. Tali misure costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 2.4.2.1).

4. Qualora la posizione di tubazioni, cavi, drenaggi, canali, capisaldi, ostacoli e costruzioni di altro tipo non può essere indicata prima dell'esecuzione dei lavori, essa va rilevata in sito. Le misure occorrenti costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 2.4.2.1).

5. Qualora si ritrovano cavità o ostacoli imprevisti, per es. condotte, capisaldi, residui di costruzioni, il committente o i suoi incaricati (Direttore dei Lavori e Coordinatore della Sicurezza) ne dovranno essere informati immediatamente. Le misure da prendere costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 2.4.2.1).

Qualora si debba presumere che gli ostacoli siano costituiti da ordigni bellici, i lavori dovranno essere immediatamente sospesi ed essere informati le autorità competenti ed il Committente.

L'Appaltatore dovrà eseguire tutte le misure di sicurezza e di protezione. Le prestazioni per le misure di sicurezza costituiranno prestazioni particolari (vedi punto 2.4.2.1).

6. In prossimità di alberi, piantagioni ed aree a verde da conservare, i lavori vanno eseguiti con la debita cura.

7. Gli alberi, le piantagioni e le aree a verde soggette a danneggiamento vanno protette secondo le indicazioni della norma DIN 18920 "Tecnica agraria nella sistemazione paesaggistica – Protezione di alberi, piantagioni ed aree a verde durante i lavori di costruzione". Tali misure protettive costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 2.4.2.1).

8. Scostamenti delle superfici dalle misure prescritte non potranno essere maggiori di 10 cm per terreni non rocciosi e maggiori di 50 cm in terreni rocciosi. Le dimensioni minime degli spazi di lavoro nelle trincee per condotte e canali di scarico sono definite nella norma UNI EN 1610 "Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura".

### 3.3.2 Impianto esercizio e protezione dell'area di cantiere

1. Prima dell'inizio dei lavori dovrà essere eseguita una visita dei luoghi in presenza del committente, in occasione della quale si constaterà lo stato di fatto delle aree, delle pavimentazioni e delle costruzioni limitrofe e se ne elaboreranno prove documentali.

2. I cippi ed i capisaldi della rete trigonometrica possono essere rimossi soltanto col consenso del committente. I capisaldi di riferimento predisposti dal committente per eseguire i tracciati dei lavori, prima di essere rimossi dovranno essere conservati a cura dell'appaltatore.

3. La vegetazione esistente non potrà essere rimossa in misura eccedente a quella concordata, se non col consenso del committente.

4. L'appaltatore deve mettere tempestivamente in opera tutte le misure per l'evacuazione delle acque e perché queste possano defluire in ogni momento liberamente senza arrecare danni di sorta.

5. Se le misure concordate per l'evacuazione delle acque freatiche, di percolazione, sorgive, di infiltrazione e superficiali non sono sufficienti, le ulteriori misure necessarie vanno definite di comune accordo; tali misure costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 2.4.2.1).
6. La direzione, le quote e la portata di canali, corsi d'acqua, scarichi e drenaggi non devono essere modificate durante l'esecuzione dei lavori se non col consenso del committente.
7. Per il prelievo e lo scarico d'acqua di falda serve l'autorizzazione ai sensi delle leggi regionali/provinciali vigenti.

### **3.3.3 Lavori con terra vegetale**

1. La terra vegetale va rimossa da tutte le superfici di imposta dei rilevati. Dalle aree di deposito e da quelle destinate a vie di traffico e simili, la terra vegetale va rimossa solo nella misura prevista nella descrizione delle prestazioni.
2. L'asporto e la stesa della terra vegetale vanno eseguite distintamente dagli altri lavori di movimento terra.
3. Per l'impiego di terra vegetale non utilizzata per interventi paesaggistici, ma riutilizzata per strati di copertura di terra vegetale, valgono le seguenti prescrizioni:
  - a. La terra non deve essere alterata con l'aggiunta di materiali estranei, come residui vegetali difficilmente decomponibili, detriti da demolizioni, oli minerali, sostanze chimiche o di altro tipo.
  - b. La terra vegetale depositata dovrà essere compattata a seguito del transito di veicoli o di altre circostanze.
  - c. La coltre di vegetazione facilmente decomponibile, per es. la zolla erbosa, viene trattata alla stessa stregua della terra vegetale.

### **3.3.4 Asporto e caricamento**

1. La scelta delle sezioni di scavo ed in particolare della pendenza delle pareti di scavo, è di competenza dell'Appaltatore. Valgono comunque le prescrizioni della norma UNI EN 1610 sulle larghezze minime delle trincee per condotte e canali di scarico.
2. Se nella descrizione delle prestazioni non sono definite le sezioni tipo di scavo, l'appaltatore dovrà definire le stesse ed in particolare la pendenza delle pareti di scavo in base ai parametri indicati nella relazione geotecnica e sottoporle per approvazione al Direttore dei Lavori.
3. Qualora durante lo scavo si riscontrano condizioni del terreno diverse da quelle indicate nella descrizione delle prestazioni, o se si verificano circostanze per cui le sezioni tipo di scavo non possono essere rispettate, i provvedimenti necessari vanno definiti di comune accordo con il Direttore dei Lavori e costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 2.4.2.1).

4. Per scavi in pendii ripidi, l'appaltatore dovrà presentare, su richiesta, un piano dettagliato di intervento.
5. L'appaltatore dovrà informare tempestivamente il committente di ogni circostanza imprevista, per esempio venute d'acqua, riflusso del terreno, efflusso di strati, danni alle costruzioni. I provvedimenti da prendere costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 2.4.2.1).
6. L'appaltatore dovrà smuovere la roccia, ad esempio con impiego di esplosivi, in maniera che la roccia in sito resti compatta. La roccia smossa o disgregata va comunque rimossa.

### 3.3.5 Trasporto

1. Il trasporto di terreno e di roccia fino a una distanza di 5 km fa parte della prestazione contrattuale.
2. La scelta dei percorsi di trasporto spetta all'Appaltatore. Egli dovrà comunque scegliere il percorso più breve e proporlo per approvazione al Direttore dei Lavori.

### 3.3.6 Stesa e costipamento

1. Il terreno e la roccia vanno scaricate o messe a riporto senza ulteriori provvedimenti, eccezion fatta per le opere geotecniche.
2. Prima della stesa di terreno o di roccia per opere geotecniche, va verificata l'idoneità del piano di imposta per le stesse. La presenza di tipi di terreno non idonei nonché di ostacoli va comunicata al committente. Le misure da prendere costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 2.4.2.1).
3. Gli avvallamenti nel piano di imposta di costruzioni vanno riempiti con un idoneo terreno di riporto, da costipare in maniera che esso abbia una compattezza possibilmente uguale a quella del terreno affiorante. Nella misura in cui la circostanza non sia addebitabile all'appaltatore, i provvedimenti del caso costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 2.4.2.1).
4. Se nelle superfici di imposta inclinate si rende necessaria l'esecuzione di provvedimenti come la formazione di gradoni o altri per aumentare la sicurezza allo scorrimento delle opere, essi vanno definiti di comune accordo e costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 2.4.2.1).
5. Affioramenti di acque freatiche, infiltrazioni, sorgenti ed acque superficiali vanno captati e convogliati prima del rinterro o del riporto (vedi punto 2.3.2.4).
6. Se i requisiti prescritti non vengono ottenuti malgrado il ricorso a mezzi, a procedure di lavoro e a spessori degli strati idonei, dovranno essere definiti di comune accordo ulteriori idonei provvedimenti, per esempio la bonifica o la sostituzione del terreno, l'irrorazione; queste misure costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 2.4.2.1).

### 3.3.7 Realizzazione di scarpate di opere in terra

7. Se l'appaltatore è tenuto a consolidare la scarpata in maniera definitiva, il consolidamento va eseguito immediatamente dopo la realizzazione della scarpata stessa, eventualmente in successive fasi parziali.
8. Se le scarpate restano scoperte per motivi non imputabili all'Appaltatore, le misure da mettere in opera sono da definire di comune accordo; esse costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 2.4.2.1).
9. Per il riporto di terreno vegetale, le scarpate devono essere ruvide. Ulteriori provvedimenti, per es. la realizzazione di gradoni o di solchi e l'irruvidimento di scarpate esistenti, costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 2.4.2.1).
10. Se durante la realizzazione di scarpate si presenta il rischio di franamenti, l'appaltatore è tenuto a prendere immediatamente le misure necessarie per prevenire danni e ad informare il committente delle circostanze. Le misure per la prevenzione o la sistemazione di franamenti messe in opera e quelle ulteriori da intraprendere costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 2.4.2.1), nella misura in cui la circostanza non sia imputabile all'appaltatore.

### 3.3.8 Realizzazione di nuclei impermeabili

1. Nuclei impermeabili vanno protetti contro l'azione di agenti atmosferici, in particolare contro l'essiccazione e altri danneggiamenti.
2. Qualora l'appaltatore debba fornire il terreno per nuclei impermeabili, egli è tenuto a verificare mediante opportune indagini l'idoneità del terreno per la realizzazione di tali opere. Gli esiti delle indagini vanno comunicate al committente.

### 3.3.9 Realizzazione di scavi di sbancamento e di trincee

1. Per le larghezze nette delle trincee per fognature e canali di scarico valgono la norma UNI EN 1610 ed inoltre per condotte in pressione le indicazioni della DTC "Condotte in pressione interrate e fuori terra".  
Trincee con fasci di condotte devono essere dotate di spazi di lavoro praticabili.
2. La prestazione s'intende comprensiva dello scavo con le seguenti profondità:
  - a. 1 m per trincee per condotte e canalizzazioni di scarico
  - b. 1,25 m per trincee per condotte di altro tipo e per fondazioni
  - c. 3,5 m per scavi di sbancamento.
3. Se viene stabilito che per proteggere il piano di scavo vada lasciato in sito uno strato di protezione, essa potrà essere rimossa solo immediatamente prima della realizzazione dei sottofondi in magrone, delle fondazioni e simili ovvero della posa delle condotte. La rimozione dello strato protettivo costituisce una prestazione particolare (vedi punto 2.4.2.1).



4. Il piano di appoggio delle fondazioni per le costruzioni ed il fondo delle trincee devono essere compatti. Se il terreno risultasse smosso, si dovrà ripristinare l'originaria densità del terreno mediante costipamento ovvero ripristinare l'originaria portanza con altri provvedimenti idonei.

### 3.3.10 Riempimento a tergo e rinterro o copertura di costruzioni

1. Prima del riempimento a tergo, del rinterro o della copertura vanno rimossi dalle adiacenze delle costruzioni tutti i corpi estranei che possono cagionare dei danni.
2. La scelta del materiale di riempimento e di rinterro è rimessa al Direttore dei Lavori; valgono in particolare le seguenti prescrizioni:
  - a. per la fascia delle connessioni di scarico e dei collettori di fognatura vale la norma UNI EN 1610;
  - b. per la fascia delle tubazioni in pressione si applicano le DTC "Condotte in pressione interrata e fuori terra", punti 5.2 e 5.3;
  - c. per la costruzione di sistemi di cavi e di tubi per linee interrate la fascia delle tubazioni dovrà essere rinterrata e compattata a strati ed a mano con terreni compattabili fino ad una quota di 15 cm sopra la generatrice superiore delle tubazioni e delle connessioni. Per la copertura di cavi devono essere impiegati aggregati della granulometria 0/2 mm, nel caso di guaine di protezione aggregati della granulometria fino a 0/8 mm.
3. Le condotte devono restare bloccate nella loro posizione.
4. Per le profondità di rinterro valgono le disposizioni del punto 2.3.9.2, per quanto applicabili.
5. L'intasamento delle condotte mediante irrorazione è ammesso solo con il consenso del Committente.
6. Le trincee per condotte potranno venire rinterrate soltanto quando le giunzioni e i piani di posa delle condotte potranno subire senza danno l'azione della spinta del terreno o di altre azioni che potranno riscontrarsi durante il rinterro.
7. La fascia delle tubazioni di scavi per sistemi di cavi e di tubi per linee interrate deve essere rinterrata immediatamente dopo la posa dei cavi. In presenza di cavi o di guaine di protezione si potrà compattare il rinterro con mezzi meccanici solo ad almeno 30 cm sopra le condotte.
8. Non è ammesso l'impiego di materiale che potrà alterare le qualità delle condotte, per esempio scorie, terreni grossolani, per il rinterro della fascia tra il fondo della trincea fino ad un'altezza di 30 cm dalla generatrice più alta della condotta.
9. Nella fascia di posa di infrastrutture il terreno va steso a strati, contemporaneamente su ambedue i lati della condotte e va costipato con particolare cura.

### 3.3.11 Realizzazione di tappeti erbosi

Si prevede la formazione di tappeto erboso e prato fiorito, inclusa la preparazione del terreno mediante lavorazione meccanica fino a 15 cm, con eliminazione di ciottoli, sassi ed erbe, il miscuglio di sementi per la formazione del prato con 0,03 kg/m<sup>2</sup> e la semina del miscuglio di semi eseguita a spaglio o con mezzo semovente e la successiva rullatura; per singole superfici.

Le composizioni varietali previste sono le seguenti:

in zone soleggiate:

- *lolium perenne* (var. Echo 15%)
- *poa pratensis* (var Baron 40%)
- *festuca rubra* (var. Fallax 25%),
- *agrostis tenuis* 20%

in zone in ombra:

- *lolium perenne* (var. Echo 20%)
- *poa memorialis* 50%
- *festuca rubra* ( var fallax 10%),
- *agrostis tenuis* 20%.

### 3.3.12 Lavori eseguiti durante o dopo periodi di gelo

Terreno gelato non potrà venire utilizzato per la realizzazione di opere geotecniche, per riempimenti e per il rinterro o la copertura di costruzioni.

Gli strati gelati di opere geotecniche, di riempimenti e di rinterri possono essere ricoperti con ulteriori riporti soltanto nel caso in cui nella circostanza non possano verificarsi danni.

### 3.3.13 Lavori di piantagione

I lavori di piantagione vanno eseguiti secondo la norma DIN 18916. Si prevede la piantumazione di alberi e arbusti autoctoni.

Le composizioni varietali previste sono le seguenti e dovranno in numero e con le caratteristiche indicate nelle tavole di progetto:

Piante:

- *Acer Campestre*
- *Quercus Ilex*
- *Tilia Cordata*

Arbusti:

- *Osmanthus Armatus*
- *Photinia*

**Commentato [EDEEs1]:** Le piante devono sopravvivere...rete di irrigazione?

### 3.4 PRESTAZIONI ACCESSORIE E PRESTAZIONI PARTICOLARI

#### 3.4.1 Prestazioni accessorie

Prestazioni accessorie, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.4.1, sono in particolare:

1. Verifica dello stato delle strade, della superficie del terreno, dei collettori di raccolta e simili.
2. Rimozione e deposito a lato degli scavi di arbusti con altezza fino a 2 m e di alberi isolati con diametro del tronco non superiore a 0,1 m, misurato a 1 m di altezza dal suolo, nonché delle loro radici e ceppi.  
Per alberi a tronco multiplo vale come diametro la somma dei diametri dei singoli tronchi.
3. Rimozione di sassi e residui di murature il cui volume non superi 0,1 m<sup>3</sup> e di massi isolati, eccezion fatta per gli ostacoli presenti in trincee di larghezza del fondo non superiore a 0,8 m (vedi punto 2.4.2.3).
4. Predisposizione di accessi provvisori per veicoli e di camminamenti, fatta eccezione per le prestazioni secondo il punto 2.4.2.19.
5. Verifiche con la campionatura per documentare l'idoneità e la qualità dei materiali e delle miscele nonché dei terreni e delle rocce secondo le indicazioni del punto 2.2, per quanto essi siano forniti dall'Appaltatore.

#### 3.4.2 Prestazioni particolari

Prestazioni particolari, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 4.2, sono per esempio:

1. I provvedimenti di cui ai punti 2.3.1.3, 2.3.1.4, 2.3.1.5, 2.3.1.7, 2.3.2.5, 2.3.4.3, 2.3.4.5, 2.3.6.2, 2.3.6.3, 2.3.6.4, 2.3.6.6, 2.3.7.2, 2.3.7.3, 2.3.7.4, e 2.3.9.3.
2. La rimozione della vegetazione con carico e conferimento a discarica, escluse le prestazioni di cui al punto 2.4.1.2.
3. La rimozione con carico e conferimento a discarica di residui di murature di volume superiore a 0,1 m<sup>3</sup> nonché di singoli sassi in trincee con fondo di larghezza inferiore a 0,8 m.
4. Provvedimenti per la conservazione dei corsi d'acqua e dei canali di raccolta.
5. Demolizione e ripristino di pavimentazioni.
6. Lo scavo e il riempimento di spazi di lavoro e di allargamenti per le connessioni delle condotte.
7. Le indagini sui terreni e sull'acqua nonché le misurazioni piezometriche, escluse le indagini di cui ai punti 2.3.8.2 e 2.4.1.5.
8. L'impiego di geotessili.
9. Separazione di terreni e rocce da elementi e materiali d'altro tipo, fatta eccezione per le prestazioni di cui al punto 4.1.3.

10. Estrazione, caricamento e conferimento a discarica di elementi e materiali incorporati nei terreni e nelle rocce, come ad esempio ancoraggi, geo-sintetici, bulbi o ammassi d'iniezione.
11. La protezione di scarpate, superfici o cumuli.
12. Opere per il sostegno delle pareti di scavi e trincee.
13. L'elaborazione di verifiche di stabilità, per quanto esse non risultino necessarie per cause imputabili all'appaltatore.
14. Ripristino di quota, pendenza e planarità di progetto nonché compattazione di fondi di scavi e trincee smossi, qualora la circostanza non sia imputabile all'Appaltatore.
15. Misure particolari in tratti ripidi, con fondi rocciosi o grossolani, con fondi di scavo con scarsa portanza o bagnati, con terreni aggressivi nonché con portanza variabile del fondo degli scavi.
16. Pulizia di manufatti rinvenuti da incrostazioni di terreno.
17. Misure per la protezione delle piante dopo il decorso del tempo di deposito in cantiere nonché prestazioni per il deposito temporaneo o alla ramatura basale di piante o parti di piante, richieste dal committente o resesi necessarie per motivi non imputabili all'appaltatore.
18. Fornitura di acqua per le prestazioni di cura colturale
19. Allettamento del sottosuolo prima del riporto del terreno vegetale.

### 3.5 CONTABILIZZAZIONE

Ad integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 5, vale quanto segue:

#### 3.5.1 Generalità

La determinazione della prestazione avviene secondo il disegno o la misurazione in base ai seguenti criteri.

1. Per la determinazione delle quantità sono ammessi gli abituali metodi di calcolo approssimativi. Per scavi o riporti di forma irregolare è consigliato il calcolo accurato per prismi.
2. Per opere da contabilizzare a massa (t), questa verrà determinata mediante pesatura.
3. Per la distanza di trasporto verrà considerato il percorso ragionevolmente più breve tra i baricentri dei corpi di scavo e di riporto o di deposito. La distanza tra i baricentri verrà determinata tenendo conto della pendenza.

### 3.5.2 Asporto del terreno, sbancamenti e trincee

1. Lo scavo viene contabilizzato tra la superficie del terreno preesistente ed il fondo dello scavo finito; qualora debba venire lasciato in sito uno strato protettivo (vedi punto 2.3.9.3), la profondità viene misurata fino alla sua superficie. Le profondità vengono misurate in verticale.
2. Le dimensioni del fondo dello scavo per sbancamenti, trincee o fosse per costruzioni in genere o per fondazioni, si ricavano dalle misure esterne della costruzione o del manufatto, maggiorate della larghezza minima degli spazi di lavoro e dello spazio occorrente per i casseri e per le opere di sostegno delle pareti degli scavi.
3. In trincee di forma regolare la profondità viene misurata lungo l'asse degli scavi. La lunghezza viene misurata lungo l'asse della condotta, se del caso vengono aggiunti alle estremità le larghezze degli spazi di lavoro. In tratti con due o più condotte verrà considerata la lunghezza di quella più lunga.

Per la larghezza del fondo degli scavi verrà considerata la larghezza minima:

- a. di trincee per connessioni di scarico e collettori di fognatura secondo la norma UNI EN 1610
- b. di trincee in genere secondo, maggiorate della larghezza dello spazio occorrente per i casseri e per le opere di sostegno delle pareti degli scavi.

Allarghi per pozzetti, camerette e simili vengono contabilizzati in analogia alle indicazioni del punto 2.5.2.2.

Per la contabilizzazione di trincee di forma irregolare (notevole pendenza trasversale del terreno, fondo a gradoni e simili) si terrà conto delle sezioni tipo (vedi punto 2.3.4.2) ovvero delle sezioni rilevate in sito.

4. Per sbancamenti e trincee a pareti inclinate il riferimento per la contabilizzazione è costituito dalle pendenze delle pareti di scavo indicati nelle relazione geotecnica o nelle sezioni tipo di progetto.

### 3.5.3 Riporto, riempimento a tergo e rinterri

Le quantità verranno rilevate per il riporto finito dop profilatura e compattazione. Verranno detratti:

- il volume dei fabbricati esistenti fino alla superficie finita del riporto,
- il volume delle condotte, di strati drenanti, di protezioni di scarpate o scogliere in massi e simili con sezione esterna maggiore di 0,1 m<sup>2</sup>.

Per la contabilizzazione del rinterro della fascia di posa delle infrastrutture interrato a lunghezza (m), la lunghezza verrà misurata lungo l'asse della condotta. In tratti con due o più condotte verrà considerata la lunghezza della condotta più lunga.

#### 3.5.4 Compattazione

1. Le quantità sono da rilevare sui riporti finiti.
2. Per le opere da contabilizzare a volume ( $m^3$ ) saranno portati in detrazione:
  - a. opere e manufatti con volume singolo maggiore di  $1 m^3$ ,
  - b. condotte, di strati drenanti, di protezioni di scarpate o scogliere in massi e simili con sezione esterna maggiore di  $0,1 m^2$ .
3. Per le opere da contabilizzare a superficie ( $m^2$ ) saranno portati in detrazione intersezioni con superficie singola maggiore di  $1 m^2$ .
4. Per le opere da contabilizzare a lunghezza (m) sarà considerata la lunghezza della condotta incorporata più lunga.

## 4 AGGOTTAMENTI

---

### 4.1 CAMPO DI APPLICAZIONE

1. Le presenti DTC "Aggottamenti" valgono per il montaggio, la modifica e la rimozione nonché la messa a disposizione e l'esercizio di impianti per aggottamenti mediante pompe aspiranti e sommerse.
2. Le DTC "Aggottamenti" non valgono per: il rivestimento di perforazioni per la costruzione di pozzi e per i lavori in terra (vedi DTC "Lavori in terra") da eseguire in concomitanza con i lavori di aggottamento, lavori di perforazione (vedi DTC "Lavori di perforazione") e lavori di drenaggio (vedi DTC "Opere di drenaggio").
3. A titolo integrativo sono applicabili le DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punti da 1.1 a 1.5. In caso di discordanza prevalgono le prescrizioni specifiche delle presenti DTC.

### 4.2 MATERIALI, ELEMENTI COSTRUTTIVI

Non ci sono disposizioni aggiuntive rispetto alle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.2..

### 4.3 ESECUZIONE

Ad integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.3, vale quanto segue:

#### 4.3.1 Generalità

1. Nel corso delle proprie verifiche l'Appaltatore dovrà formulare le proprie obiezioni in particolare nei seguenti casi:
  - a. posizione inadeguata dei pozzi di abbattimento delle acque,
  - b. rischio di rifluimento del terreno o del fondo di scavo,
  - c. rischio di sollevamento o di assestamento di parti delle costruzioni o del prosciugamento di terreni.
2. L'appaltatore deve fornire la documentazione tecnica richiesta per soddisfare le prescrizioni contenute nelle autorizzazioni per l'esercizio dell'impianto e per convogliamento dell'acqua.
3. Le condizioni del terreno e dell'acqua che si discostassero dalle indicazioni contenute nella descrizione dei lavori, vanno immediatamente comunicate al committente. Le misure da

prendere vanno concordate con il Committente e costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 3.4.2.1).

4. Se si presenta il rischio di un eccessivo innalzamento del livello di falda e di un rifluimento del terreno, l'appaltatore deve immediatamente prendere le misure necessarie per prevenire danni ed informare il committente. Le ulteriori misure richieste per prevenire o eliminare danni vanno definite di comune accordo. Per quanto la causa del fenomeno non sia imputabile all'appaltatore, le misure da lui intraprese per prevenire i danni nonché le misure ulteriori costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 3.4.2.1).
5. I danni che possono essersi verificati a causa dell'aggottamento, vanno immediatamente comunicati al committente.

#### 4.3.2 Impianto di aggottamento

1. L'appaltatore è tenuto a dimensionare il volume, la portata, il grado di efficienza e la sicurezza dell'impianto di aggottamento in conformità alle indicazioni o alla documentazione di progetto del committente relativa alle condizioni idrologiche e geologiche. Su richiesta egli è tenuto a verificare che l'impianto previsto è idoneo e adeguato. In tale caso egli deve precisare:
  - a. la disposizione generale dell'impianto,
  - b. il tipo, la posizione, l'altezza e la profondità delle vasche di pompaggio, dei dreni e dei pozzi,
  - c. la posizione e la portata delle pompe,
  - d. il fabbisogno e la fonte di energia,
  - e. la posizione, la lunghezza e il diametro delle tubazioni,
  - f. il tipo dei controlli e della documentazione,
  - g. le misure di sicurezza previste come gruppi elettrogeni, pompe di riserva, servizio di reperibilità, sistemi di segnalazione di allarme.Deroghe essenziali alle indicazioni fornite sono ammesse solo col consenso del committente.
2. Se è stato concordato l'approntamento di impianti di riserva, questi vanno predisposti in maniera che il convogliamento dell'acqua avvenga senza pregiudizievoli interruzioni di esercizio.

#### 4.3.3 Convogliamento e scarico dell'acqua

1. La quantità d'acqua convogliata ed il suo contenuto di materiale sedimentabile devono essere misurati. L'aspetto e l'odore dell'acqua convogliata vanno controllati continuamente. Gli esiti delle misure e dei controlli sono da documentare. Misure e verifica eccedenti quelle qui sopra citate costituiscono prestazioni particolare.



2. Al rinvenimento di sorgenti, va stabilito di comune accordo il sistema di captazione ed il tipo di convogliamento. Tali misure costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 3.4.2.1).
3. Per il prelievo e lo scarico d'acqua di falda serve l'autorizzazione ai sensi delle leggi regionali/provinciali vigenti.

#### **4.3.4 Rialita del livello dell'acqua**

1. L'appaltatore non può consentire che il livello abbattuto dell'acqua torni a risalire se non a seguito di accordo con il committente.
2. Le misure di protezione concordate per prevenire le conseguenze di una risalita accidentale e improvvisa del livello dell'acqua vanno predisposte in maniera da poter essere attivate immediatamente in caso di bisogno. Se si avverano circostanze che lasciano presagire una pericolosa risalita dell'acqua, esse vanno immediatamente comunicate al committente. Le misure richieste vanno definite di comune accordo. Per quanto la loro causa non sia imputabile all'appaltatore, tali misure costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 3.4.2.1).

### **4.4 PRESTAZIONI ACCESSORIE, PRESTAZIONI PARTICOLARI**

#### **4.4.1 Prestazioni accessorie**

Prestazioni accessorie, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.4.1, sono in particolare:

1. Verifica dello stato delle strade, della superficie del suolo, dei collettori e simili.
2. Controllo e documentazione del livello della falda freatica all'interno del cantiere.
3. Controllo della funzionalità dell'impianto di aggettamento, escluse le prestazioni di cui al punto 3.4.2.11.

#### **4.4.2 Prestazioni particolari**

Prestazioni particolari, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.4.2, sono per esempio:

1. I provvedimenti indicati ai punti 3.3.1.3, 3.3.1.4, 3.3.3.1 e 3.3.4.2.
2. Analisi del terreno, dell'acqua, analisi idrologiche.
3. Montaggio, messa a disposizione, esercizio e rimozione di dispositivi automatici di rilevamento dati e registrazione e documentazione dei dati rilevati.
4. Montaggio, messa a disposizione, esercizio e rimozione di dispositivi di misuratori di portata e di rilevamento delle proprietà dell'acqua.
5. Montaggio, messa a disposizione e rimozione di tubi o sonde piezometriche.
6. Osservazione e verbalizzazione del livello della falda freatica all'esterno del cantiere.



7. Preparazione dei canali di raccolta e dei collettori e ripristino degli stessi.
8. Modifiche di parti dell'impianto di aggottamento per motivi non imputabili all'Appaltatore.
9. Conservazione nel terreno di parti degli impianti su richiesta del committente.
10. Compensi e diritti a favore di terzi per il prelievo nonché per lo scarico e l'immissione dell'acqua.
11. Esercizio di prova dell'impianto di aggottamento.
12. Smobilizzo e riempimento di vasche di pompaggio.
13. Acquisizione di concessioni di enti pubblici e di permessi prima dell'inizio dei lavori.
14. Realizzazione, manutenzione e sgombero di condotte sospese e soprapassi nonché dell'esecuzione e del riempimento di trincee per la posa di condutture.
15. Trattamento delle acque.
16. Montaggio, messa a disposizione, esercizio e smontaggio di fonti di energia d'emergenza.
17. Posa in opera ed impermeabilizzazione di elementi per l'intersezione di costruzioni.
18. Raccolta di tutte le documentazioni e dei risultati delle misure eseguite.

#### **4.5 CONTABILIZZAZIONE**

Ad integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia" vale quanto segue:

1. La lunghezza delle condotte, complete di curve, pezzi speciali, di adattamento e di collegamento, viene misurata lungo il loro asse. Le curve vengono misurate fino all'intersezione degli assi dei tratti rettilinei adiacenti.
2. I giorni iniziati vengono contabilizzati come giorni interi e le ore iniziate come ore intere.

## 5 COLLETTORI DI FOGNATURA E CONNESSIONI DI SCARICO

### 5.1 CAMPO DI APPLICAZIONE

1. Le presenti DTC "Collettori di fognatura e connessioni di scarico" si applicano alla realizzazione di condotti di scarico chiusi e per collettori interrati di smaltimento delle acque, anche sottostanti a edifici, compresi i rispettivi pozzetti.
2. Le presenti DTC non si applicano a:
  - a. lavori in terra da eseguire in concomitanza con la costruzione di canali, condotte e pozzetti di scarico (vedi DTC "Lavori in terra");
  - b. opere di stabilizzazione delle pareti degli scavi (vedi DTC "Opere di sostegno di scavi");
  - c. lavori su condotte in pressione (vedi DTC "Condotte in pressione interrate e fuori terra");
  - d. posa di condotte mediante spingi tubo;
  - e. opere di calcestruzzo armato gettate in opera (vedi DTC "Opere in calcestruzzo");
  - f. esecuzione di condotte posate in guaine o canali per condotte.
3. A titolo integrativo sono applicabili le DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punti da 1.1 a 1.5. In caso di discordanza prevalgono le prescrizioni specifiche delle presenti DTC.

### 5.2 MATERIALI, ELEMENTI COSTRUTTIVI

A integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualunque tipologia", punto 2, vale quanto segue:

Per i materiali e gli elementi normalizzati di più comune utilizzo valgono in particolare le seguenti norme tecniche di riferimento.

#### 5.2.1 Norme di carattere generale

- UNI EN 476 Requisiti generali per componenti utilizzati nelle tubazioni di scarico, nelle connessioni di scarico e nei collettori di fognatura per sistemi di scarico a gravità.
- UNI EN 752 Connessioni di scarico e collettori di fognatura all'esterno degli edifici.
- UNI EN 1295-1 Progetto strutturale di tubazioni interrate sottoposte a differenti condizioni di carico. Requisiti generali.
- UNI EN 1610 Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura.
- UNI EN 12889 Costruzione senza trincea e prove di impianti di raccolta e smaltimento liquami.

- UNI EN 13380 Requisiti generali per componenti utilizzati per la ristrutturazione e la riparazione di sistemi di drenaggio e di fognatura all'esterno di edifici.

## **5.2.2 Tubazioni ed elementi complementari**

### **5.2.2.1 Tubazioni di gres**

- UNI EN 295-1 Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Specificazioni.
- UNI EN 295-2 Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Controllo della qualità e campionamento.
- UNI EN 295-3 Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Metodi di prova.
- UNI EN 295-4 Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Requisiti per elementi complementari speciali, elementi di adattamento e accessori compatibili.
- UNI EN 295-5 Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Requisiti per i tubi perforati e per gli elementi complementari di gres.

### **5.2.2.2 Tubazioni di ghisa sferoidale**

- UNI EN 598 Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro giunti per fognatura. Requisiti e metodi di prova
- UNI EN 14628 Tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale - Rivestimento esterno di polietilene per tubi - Requisiti e metodi di prova
- UNI EN 14901 Tubi, raccordi e accessori in ghisa sferoidale - Rivestimento epossidico (rinforzato) dei raccordi e degli accessori in ghisa sferoidale - Requisiti e metodi di prova
- UNI EN 15189 Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale - Rivestimento esterno di poliuretano dei tubi - Requisiti e metodi di prova
- UNI EN 15542 Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale - Rivestimento esterno di malta cementizia per tubi - Requisiti e metodi di prova
- UNI EN 15655 Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale - Rivestimento interno in poliuretano per tubi e raccordi - Requisiti e metodi di prova
- ISO 8179-1 Tubi di ghisa sferoidale. Rivestimento esterno a base di zinco – Parte 1: Zinco metallico con rivestimento
- UNI ISO 8180 Tubazioni di ghisa duttile - Manicotto di polietilene per applicazione in cantiere
- UNI ISO 10802 Tubazioni di ghisa a grafite sferoidale. Prove idrostatiche dopo la posa.

#### **5.2.2.3 Tubazioni di materia plastica (PVC-U)**

- UNI EN 1401-1 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specificazioni per i tubi, i raccordi e il sistema.
- UNI EN 1401-2 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Guida per la valutazione della conformità.
- UNI EN 1401-3 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Guida per l'installazione.
- UNI EN 1452-1/5 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi in pressione interrati e fuori terra. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specifiche per i componenti della tubazione e per il sistema.
- UNI EN ISO 1452-1 Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua e per fognature e scarichi interrati e fuori terra in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Parte 1: Generalità
- UNI EN ISO 1452-2 Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua e per fognature e scarichi interrati e fuori terra in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Parte 2: Tubi
- UNI EN ISO 1452-3 Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua e per fognature e scarichi interrati e fuori terra in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Parte 3: Raccordi
- UNI EN ISO 1452-4 Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua e per fognature e scarichi interrati e fuori terra in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Parte 4: Valvole
- UNI EN ISO 1452-5 Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua e per fognature e scarichi interrati e fuori terra in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema
- UNI EN 12842 Raccordi di ghisa sferoidale per sistemi di tubazioni di PVC-U o PE – Requisiti e metodi di prova.

#### **5.2.2.4 Tubazioni di materia plastica – Polietilene (PE)**

- UNI EN 12666-1 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Polietilene (PE) - Parte 1: Specificazioni per i tubi, i raccordi e il sistema
- UNI CEN/TS 12666-2 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Polietilene (PE) - Parte 2: Guida per la valutazione della conformità

#### **5.2.2.5 Tubazioni di materia plastica – Polipropilene (PP)**

- UNI EN 1852-1 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Polipropilene (PP). Specificazioni per i tubi, i raccordi e il sistema.
- UNI EN 1852-2 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Polipropilene (PP). Guida per la valutazione della conformità.

#### **5.2.2.6 Tubazioni di materia plastica rinforzate con fibre di vetro (PRFV)**

- UNI EN 1796 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua con o senza pressione - Materie plastiche termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV) a base di resina poliestere insatura (UP)
- UNI EN 14364 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi con o senza pressione - Materie plastiche termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV) a base di resina poliestere insatura (UP) - Specifiche per tubi, raccordi e giunzioni.

#### **5.2.2.7 Tubazioni di conglomerato cementizio**

- UNI EN 1916 Tubi e raccordi di calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre di acciaio e con armature tradizionali.

#### **5.2.2.8 Tubazioni di fibrocemento**

- UNI EN 588-1 Tubi di fibrocemento per fognature e sistemi di scarico. Tubi, raccordi e accessori per sistemi a gravità.
- UNI EN 1444 Tubi di fibrocemento. Guida per la posa e le pratiche di cantiere.

#### **5.2.2.9 Tubazioni per ripristini e riparazioni**

- UNI EN ISO 11296-1 Sistemi di tubazioni di materia plastica per il ripristino di reti non in pressione di fognature e di scarichi - Parte: 1 Generalità
- UNI EN ISO 11296-3 Sistemi di tubazioni di materia plastica per il ripristino di reti non in pressione di fognature e di scarichi - Parte 3: Inserimento interno (lining) di tubi continui ad alta aderenza
- UNI EN ISO 11296-4 Sistemi di tubazioni di materia plastica per il ripristino di reti non in pressione di fognature e di scarichi - Parte 4: Inserimento interno (lining) di tubi polimerizzati in loco
- UNI EN 11296-2 Sistemi di tubazioni di materia plastica per il ripristino di reti interrate non in pressione di fognature e scarichi –Ripristino con tubi continui.

#### **5.2.2.10 Pozzetti d'ispezione ed elementi complementari**

- UNI EN 124 Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione utilizzate da pedoni e da veicoli. Principi di costruzione, prove di tipo, marcatura, controllo qualità.



- UNI EN 295-6 Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Requisiti per pozzetti di gres.
- UNI EN 588-2 Tubi di fibrocemento per fognature e sistemi di scarico. Pozzetti e camere d'ispezione.
- UNI EN 1917 Pozzetti d'ispezione e controllo in calcestruzzo armato e non e fibrocemento.
- UNI EN 13101 Gradini per l'accesso ai pozzetti. Requisiti, marchiatura, verifica e giudizio di conformità
- UNI 9459 Mattoni, mattonelle e fondi di fogna di gres per condotte di liquidi. Caratteristiche e prove.

### 5.2.3 Connessioni

- UNI EN 681-1 Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua. Gomma vulcanizzata.
- UNI EN 681-2 Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua. Elastomeri termoplastici.
- UNI EN 681-3 Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua. Materiali cellulari di gomma vulcanizzata.
- UNI EN 681-4 Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua. Elementi di tenuta di poliuretano colato.

## 5.3 ESECUZIONE

A integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualunque tipologia", punto 3, vale quanto segue:

### 5.3.1 Generalità

1. Nel corso delle proprie verifiche degli scavi l'Appaltatore dovrà formulare le proprie obiezioni in particolare per carenze connesse alla posa delle condotte, ad esempio profondità e larghezza errate dello scavo, esecuzione carente della stabilizzazione degli scavi ovvero fondi degli scavi e piano di posa non idonei.
2. Danni alle infrastrutture esistenti devono essere segnalati immediatamente al Committente ed al gestore. Condotte, cavi, dreni o canali sospesi o appoggiati su supporti non potranno essere caricati o usati come camminamenti.
3. Sistemi di scarico esistenti non possono essere interessati da lavori senza l'autorizzazione della Stazione Appaltante.

### 5.3.2 Esecuzioni e verifica di canali e condotte di scarico e pozzetti

1. Canali e condotte di scarico nonché pozzetti e camere d'ispezione sono da eseguire secondo la norma UNI EN 1610.
2. Canali e condotte di scarico nonché pozzetti e camere d'ispezione in muratura sono da eseguire con mattonelle in gres; sulle superfici interne le fughe devono essere riempite a raso.
3. Le canalette di fondo devono essere realizzate con superficie perfettamente liscia.

### 5.3.3 Verifiche

La prova di tenuta sarà eseguita secondo la norma UNI EN 1610. Ogni onere necessario all'ottenimento della perfetta tenuta delle condotte è a carico dell'appaltatore.

## 5.4 PRESTAZIONI ACCESSORIE E PRESTAZIONI PARTICOLARI

### 5.4.1 Prestazioni accessorie

Prestazioni accessorie, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualunque tipologia", punto 1.4.1 sono in particolare:

1. Constatazione dello stato di strade, delle aree, dei collettori di ricezione e simili.
2. Pulizia di materiali ed elementi costruttivi forniti dall'appaltatore prima di procedere con la loro messa in opera.
3. Fornitura e posa di scale e gradini, per quanto incorporati in elementi prefabbricati.
4. Esecuzione di fossette per giunzioni nel piano di posa delle condotte, costipamento del piano di posa.
5. Pulizia delle connessioni a fognature, pozzetti e camere d'ispezione esistenti.
6. Collegamenti a tubi e pozzetti, fatta eccezione per le prestazioni descritte al punto 4.2.9.
7. Adeguamento con sistemazione in quota dopo l'asfaltatura di chiusini, caditoie e griglie.

### 5.4.2 Prestazioni particolari

Prestazioni particolari, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualunque tipologia", punto 1.4.2 sono per esempio:

1. Fornitura di calcoli statici per canali e condotte di fognatura nonché pozzetti e camere d'ispezione, compresi i disegni di armatura e di carpenteria delle opere d'arte come ad esempio sfioratori, sifoni e vasche.
2. Provvedimenti particolari per l'esecuzione del piano di posa.
3. Pulizia di materiali ed elementi costruttivi forniti dal Committente prima della loro messa in opera, qualora l'intervento non sia dovuto a cause attribuibili all'appaltatore.



4. Fornitura e posa di raccordi e pezzi speciali, ad esempio derivazioni, prolunghe per pozzetti, curve e gomiti per canali e condotte di scarico.
5. Fornitura e posa di elementi speciali, di chiusini e di gradini o scale, salvo i casi di cui al punto 4.4.1.3.
6. Analisi del terreno e dell'acqua.
7. Prove di tenuta con predisposizione e rimozione dei dispositivi di ancoraggio e di chiusura occorrenti per l'esecuzione delle prove.
8. Fornitura ed evacuazione del fluido impiegato per le prove di tenuta delle condotte.
9. Inserimento di collari di tenuta, nella misura in cui tale provvedimento non sia imputabile all'Appaltatore.
10. Interventi per garantire la continuità del flusso nei collettori dei sistemi di condotte e di canali di scarico.
11. Controllo esterno dell'esecuzione.
12. Predisposizione della documentazione sullo stato di fatto.

## 5.5 CONTABILIZZAZIONE

Ad integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.5 vale quanto segue:

La determinazione della prestazione, indipendentemente se da disegno o da rilievo in sito, avviene in base ai seguenti criteri:

### 5.5.1 Per opere da contabilizzare a lunghezza (m)

Sarà considerata la lunghezza sviluppata rilevata lungo l'asse delle condotte finite in opera senza alcuna detrazione per i pezzi speciali e apparecchiature.

Per la contabilizzazione di canali e condotte di fognatura non saranno detratte le luci dei pozzetti e delle camere d'ispezione in linea.

La profondità dei pozzetti e delle camere d'ispezione sarà rilevata dalla quota finita dell'estradosso del chiusino sino al punto più profondo della canaletta di scorrimento.

### 5.5.2 Per opere da contabilizzare a numero (pz)

I pezzi speciali saranno computati a numero (pz) con apposite voci di capitolato ovvero con lunghezze equivalenti da aggiungere a quelle rilevate secondo il punto 4.5.1. Per braghe o riduzioni la maggiorazione è calcolata sulla tubazione di diametro maggiore. Le lunghezze equivalenti verranno calcolate con le seguenti tabelle, distinguendo in base a materiale e tipo del pezzo speciale.

**Tubazioni di gres, di conglomerato cementizio, di fibrocemento**

Tipo pezzo speciale	curve, manicotti	riduzioni, braghe	ispezioni
m	1,0	1,50	3,00

**Tubazioni in ghisa sferoidale**

Diametro tubi	curve, riduzioni	braghe	muffe, manicotti	ispezioni
mm	m	m	m	m
<b>fino a 100</b>	1,60	3,20	1,45	2,50
<b>125</b>	1,75	3,50	1,55	2,50
<b>150</b>	1,90	3,80	1,70	2,50
<b>200 a 300</b>	2,10	4,10	1,90	2,50

**Tubazioni di materiale plastico**

Diametro tubi	curve, riduzioni	braghe	muffe, manicotti	ispezioni
mm	m	m	m	m
<b>fino a 100</b>	0,50	1,00	0,50	7,00
<b>125</b>	0,70	1,40	0,60	7,00
<b>150</b>	0,75	1,60	0,70	7,00
<b>200</b>	1,00	2,00	1,00	5,00
<b>250 a 300</b>	2,80	5,30	1,50	5,00

**5.6 SPECIFICHE DI PROGETTO****TUBAZIONI IN PVC:**

Tubazioni in PVC rigido per fognatura e scarichi interrati non in pressione, conformi alla norma europea UNI EN 1401-1. Saranno accettati solo i tubi e i pezzi speciali in PVC rigido non plastificato della serie SN 8 SDR 41. I tubi e i raccordi in PVC devono essere contrassegnati con il marchio di conformità IIP che ne assicura la rispondenza alle norme UNI nonché con l'indicazione del materiale (PVC), della serie (SN 8 SDR 41), il diametro di accoppiamento e il periodo di produzione.

Materiale impiegato per le condotte fognarie a gravità di raccolta e smaltimento acque bianche/nere.

**TUBAZIONI IN PEAD – PER TRATTI INTERRATI:**

Tubazioni di polietilene (PE) a norma UNI EN 12666-1 SN2 SDR33, per applicazione come scarichi interrati e fognature non a pressione. I sistemi di giunzione ammessi per le tubazioni comprendono collegamenti mediante guarnizione elastomerica, saldatura testa a testa, saldatura per elettrofusione e sistemi di giunzione meccanici. Le tubazioni vengono prodotte in versione diametro esterno DN, sono caratterizzate da un valore di rigidità anulare SN, definito secondo norma ISO 9969, con colore preferibilmente nero, o nero con strato coestruso all'interno del tubo stesso.

Materiale impiegato per le tubazioni interrate di scarico non in pressione.



## 6 CONDOTTE IN PRESSIONE INTERRATE E FUORI TERRA

### 6.1 CAMPO DI APPLICAZIONE

1. Le presenti DTC "Condotte in pressione interrate e fuori terra" si applicano alla realizzazione di condotte in pressione interrate per il convogliamento di gas, acqua ed altri fluidi, anche sotto fabbricati nonché alloggiate in tubi e canali di protezione.
2. Le presenti DTC non si applicano a:
  - a. movimenti di terra per la costruzione di condotte in pressione,
  - b. opere di sostegno del terreno
  - c. posa di condotte mediante spingitubo
3. A titolo integrativo sono applicabili le DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punti da 1.1 a 1.5. In caso di discordanza prevalgono le prescrizioni specifiche delle presenti DTC.

### 6.2 MATERIALI, ELEMENTI COSTRUTTIVI

A integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia" punto 1.2, vale quanto segue:

Per i materiali e gli elementi normalizzati di più comune utilizzo vengono citate in particolare le seguenti norme tecniche di riferimento:

#### 6.2.1 Norme di carattere generale

##### 6.2.1.1 Norme tecniche di carattere generale:

- UNI EN 1295 -1 Progetto strutturale di tubazioni interrate sottoposte a differenti condizioni di carico – Requisiti generali
- UNI EN 1333 Componenti di reti di tubazioni - Definizione e selezione del PN
- UNI EN ISO 6708 Elementi di tubazione - Definizione e selezione dei DN (diametro nominale)
- CEI UNI 70030 Impianti tecnologici sotterranei - Criteri generali di posa
- UNI 5634 Sistemi di identificazione delle tubazioni e canalizzazioni convoglianti fluidi

##### 6.2.1.2 Acquedotti

- UNI EN 805 Approvvigionamento di acqua – Requisiti per sistemi e componenti all' esterno di edifici
- UNI EN 1508 Adduzione dell'acqua – Requisiti per sistemi e componenti per l'accumulo dell'acqua

#### 6.2.1.3 Condotte di teleriscaldamento

- UNI EN 253 Tubazioni per teleriscaldamento - Sistemi bloccati di tubazioni preisolate per reti di acqua calda interrate direttamente - Assemblaggio di tubi di servizio di acciaio, isolamento termico a base di poliuretano e tubi di protezione esterna di polietilene
- UNI EN 448 Tubazioni per teleriscaldamento - Sistemi bloccati di tubazioni preisolate per reti di acqua calda interrate direttamente - Assemblaggio di raccordi per tubi di servizio di acciaio con isolamento termico di poliuretano e tubi di protezione esterna di polietilene
- UNI EN 489 Tubazioni per teleriscaldamento - Sistemi bloccati di tubazioni preisolate per reti di acqua calda interrate direttamente - Assemblaggio di tubi di servizio di acciaio, isolamento termico a base di poliuretano e tubi di protezione esterna di polietilene
- UNI EN 13941 Progetto ed installazione di sistemi bloccati di tubazioni preisolate per teleriscaldamento
- UNI EN 15632-1 Tubazioni per teleriscaldamento - Sistemi di tubazioni flessibili preisolate - Parte 1: Classificazione, requisiti generali e metodi di prova
- UNI EN 15632-4 Tubazioni per teleriscaldamento - Sistemi di tubazioni flessibili preisolate - Parte 4: Sistema bloccato con tubi di servizio di metallo; requisiti e metodi di prova
- UNI EN 15698-1 Tubazioni per teleriscaldamento - Sistemi bloccati a doppio tubo preisolati per reti di acqua calda interrate direttamente - Parte 1: Assemblaggio di tubi doppi per mezzo di tubi di servizio di acciaio, isolamento termico in poliuretano e tubi di protezione esterna di polietilene

#### 6.2.1.4 Gasdotti

- UNI EN 1473 Installazioni ed equipaggiamenti per il gas naturale liquefatto (GNL) – Progettazione delle installazioni di terra
- UNI EN 16904 Installazioni ed equipaggiamenti per il gas naturale liquefatto (GNL) – Progettazione e prove dei bracci di carico/scarico
- UNI EN 1918 – 1 Sistemi di trasporto e distribuzione di gas – Stoccaggio di gas nel sottosuolo – Raccomandazioni funzionali per lo stoccaggio in falde acquifere
- UNI EN 1918 – 2 Sistemi di trasporto e distribuzione di gas – Stoccaggio di gas nel sottosuolo – Raccomandazioni funzionali per lo stoccaggio in giacimenti di gas e petrolio
- UNI EN 1918 – 3 Sistemi di trasporto e distribuzione di gas – Stoccaggio di gas nel sottosuolo – Raccomandazioni funzionali per lo stoccaggio in caverne saline
- UNI EN 1918 – 4 Sistemi di trasporto e distribuzione di gas – Stoccaggio di gas nel sottosuolo – Raccomandazioni funzionali per lo stoccaggio in caverne rocciose
- UNI EN 1918 – 5 Sistemi di trasporto e distribuzione di gas – Stoccaggio di gas nel sottosuolo – Raccomandazioni funzionali per le installazioni in superficie

- UNI 9165 Reti di distribuzione del gas con pressione massima di esercizio minore o uguale a 5 bar  
- Progettazione, costruzione, collaudo, conduzione, manutenzione e risanamento
- UNI 9167 Impianti di ricezione, prima riduzione e misura del gas naturale - Progettazioni, costruzione e collaudo

## 6.2.2 Tubazioni

### 6.2.2.1 Tubazioni in ghisa sferoidale

- UNI EN 545 Tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per condotte d'acqua - Prescrizioni e metodi di prova
- UNI EN 969 Tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per condotte di gas  
- Prescrizioni e metodi di prova
- UNI EN 14628 Tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale - Rivestimento esterno di polietilene per tubi - Requisiti e metodi di prova
- UNI EN 15189 Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale - Rivestimento esterno di poliuretano dei tubi - Requisiti e metodi di prova
- UNI EN 15542 Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale - Rivestimento esterno di malta cementizia per tubi - Requisiti e metodi di prova
- UNI EN 15655 Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale - Rivestimento interno in poliuretano per tubi e raccordi - Requisiti e metodi di prova
- UNI ISO 8180 Condotte di ghisa duttile. Manicotto di polietilene per applicazione in cantiere
- UNI 9163 Tubi, raccordi e pezzi accessori di ghisa a grafite sferoidale per condotte in pressione. Giunto elastico automatico. Dimensioni di accoppiamento ed accessori di giunto

### 6.2.2.2 Tubazioni di materia plastica

#### 6.2.2.2.1 Tubazioni di materia plastica – Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U)

- UNI EN 9852 Sistemi di tubazioni di materia plastica - Tubi di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Metodo di prova della resistenza al clorometano ad una temperatura specificata (DCMT)
- UNI EN 1452-1 Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Generalità
- UNI EN 1452-2 Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Tubi
- UNI EN 1452-3 Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Raccordi
- UNI EN 1452-4 Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Valvole ed attrezzature ausiliarie

- UNI EN 1452-5 Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Idoneità all'impiego del sistema
- UNI EN 1452-6 Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Guida per l'installazione
- UNI EN 1452-7 Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Guida per la valutazione della conformità

#### 6.2.2.2.2 Tubazioni di materia termoplastica - Polietilene (PE)

- UNI EN 1555-1 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili - Polietilene (PE) - Parte 1: Generalità
- UNI EN 1555-2 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili - Polietilene (PE) - Parte 2: Tubi
- UNI EN 1555-3 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili - Polietilene (PE) - Parte 3: Raccordi
- UNI EN 1555-4 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili - Polietilene (PE) - Parte 4: Valvole
- UNI EN 1555-5 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili - Polietilene (PE) - Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema
- UNI EN 12201-1 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) - Generalità
- UNI EN 12201-2 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) - Tubi
- UNI EN 12201-3 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) - Raccordi
- UNI EN 12201-4 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) - Valvole
- UNI EN 12201-5 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) - Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema
- UNI EN ISO 15875-1 Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda - Polietilene reticolato (PE-X) - Parte 1: Generalità
- UNI EN ISO 15875-2 Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda - Polietilene reticolato (PE-X) - Parte 2: Tubi
- UNI EN ISO 15875-3 Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda - Polietilene reticolato (PE-X) - Parte 3: Raccordi
- UNI EN ISO 15875-5 Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda - Polietilene reticolato (PE-X) - Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema

- UNI 9338 Tubi di polietilene reticolato (PE-X) per il trasporto di fluidi industriali
- UNI 9349 Tubi di polietilene reticolato (PE-X) per condotte di fluidi caldi sotto pressione. Metodi di prova
- UNI 10520 Saldatura di materie plastiche - Saldatura ad elementi termici per contatto – Saldatura di giunti di testa di tubi e/o raccordi in polietilene per il trasporto di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione
- UNI 10521 Saldatura di materie plastiche Saldatura per elettrofusione – Saldatura di tubi e/o raccordi in polietilene per il trasporto di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione

#### **6.2.2.2.3 Tubazioni di materia plastica rinforzata con fibre di vetro (PRFV)**

- UNI EN 1796 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua con o senza pressione - Materie plastiche termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV) a base di resina poliestere insatura (UP)
- UNI EN 14364 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi con o senza pressione - Materie plastiche termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV) a base di resina poliestere insatura (UP) - Specifiche per tubi, raccordi e giunzioni
- UNI CEN/TS 14578 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua o scarico e fognatura - Materie plastiche termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV) a base di resina poliestere insatura (UP) - Procedure raccomandate per l'installazione
- UNI 9032 Tubi di resine termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV) con o senza cariche - Linee guida per la definizione dei requisiti per l'impiego

#### **6.2.2.2.4 Tubazioni di materia plastica - Polipropilene (PP)**

- UNI EN ISO 15874-1 Sistemi di tubazioni di materiale plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda - Polipropilene (PP) - Parte 1: Generalità
- UNI EN ISO 15874-2 Sistemi di tubazioni di materiale plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda - Polipropilene (PP) - Parte 2: Tubi
- UNI EN ISO 15874-3 Sistemi di tubazioni di materiale plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda - Polipropilene (PP) - Parte 3: Raccordi
- UNI EN ISO 15874-5 Sistemi di tubazioni di materiale plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda - Polipropilene (PP) - Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema
- UNI EN ISO 15874-7 Sistemi di tubazioni di materiale plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda - Polipropilene (PP) - Parte 7: Guida per la valutazione della conformità

#### **6.2.2.3 Elementi di tenuta**

- UNI EN 681-1 Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua - Gomma vulcanizzata



- UNI EN 681-2 Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua – Parte 2: Elastomeri termoplastici
- UNI EN 681-3 Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua. – Parte 3: Materiali cellulari di gomma vulcanizzata
- UNI EN 681-4 Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua – Parte 4: Elementi di tenuta di poliuretano colato
- UNI EN 682 Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali elastomerici utilizzati in tubi e raccordi per il trasporto di gas ed idrocarburi fluidi

#### **6.2.2.4 Tubazioni in pressione in calcestruzzo armato**

- UNI EN 640 Tubi in pressione in calcestruzzo armato e tubi in pressione di calcestruzzo con armatura diffusa (del tipo senza cilindro) inclusi giunti e pezzi speciali
- UNI EN 641 Tubi in pressione in calcestruzzo armato del tipo con cilindro, inclusi giunti e pezzi speciali
- UNI EN 642 Tubi in pressione di calcestruzzo precompresso con cilindro e senza cilindro, inclusi giunti e pezzi speciali, e prescrizioni specifiche per l'acciaio di precompressione dei tubi

#### **6.2.2.5 Tubazioni in acciaio**

- UNI EN 253 Tubazioni per teleriscaldamento - Sistemi bloccati di tubazioni preisolate per reti di acqua calda interrate direttamente - Assemblaggio di tubi di servizio di acciaio, isolamento termico a base di poliuretano e tubi di protezione esterna di polietilene
- UNI EN 488 Tubazioni per teleriscaldamento - Sistemi bloccati di tubazioni preisolate per reti di acqua calda interrate direttamente - Assemblaggio di valvole per tubi di servizio di acciaio con isolamento termico di poliuretano e tubo di protezione esterna di polietilene
- UNI EN 489 Tubazioni per il riscaldamento urbano - Sistemi bloccati di tubazioni preisolate per reti interrate di acqua calda - Assemblaggio-giunzione per tubi di servizio di acciaio con isolamento termico di poliuretano e tubo esterno di polietilene
- UNI EN 3183 Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili - Condizioni tecniche di fornitura - Tubi della classe di prescrizione A
- UNI EN 10216-1 Tubi senza saldatura di acciaio per impieghi a pressione - Condizioni tecniche di fornitura – Parte 1: Tubi di acciaio non legato per impieghi a temperatura ambiente
- UNI EN 10216-2 Tubi senza saldatura di acciaio per impieghi a pressione - Condizioni tecniche di fornitura – Parte 2: Tubi di acciaio non legato e legato per impieghi a temperatura elevata



- UNI EN 10216-3 Tubi senza saldatura di acciaio per impieghi a pressione - Condizioni tecniche di fornitura – Parte 3: Tubi di acciaio legato a grano fine
- UNI EN 10216-4 Tubi senza saldatura di acciaio per impieghi a pressione - Condizioni tecniche di fornitura – Parte 4: Tubi di acciaio non legato e legato per impieghi a bassa temperatura
- UNI EN 10217-1 Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione - Condizioni tecniche di fornitura – Parte 1: Tubi di acciaio non legato per impieghi a temperatura ambiente
- UNI EN 10217-2 Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione - Condizioni tecniche di fornitura – Parte 2: Tubi saldati elettricamente di acciaio non legato e legato per impieghi a temperatura elevata
- UNI EN 10217-3 Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione - Condizioni tecniche di fornitura – Parte 3: Tubi di acciaio legato a grano fine
- UNI EN 10217-4 Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione - Condizioni tecniche di fornitura – Parte 4: Tubi saldati elettricamente di acciaio non legato per impieghi a bassa temperatura
- UNI EN 10217-5 Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione - Condizioni tecniche di fornitura – Parte 5: Tubi saldati ad arco sommerso di acciaio non legato e legato per impieghi a temperatura elevata
- UNI EN 10217-6 Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione - Condizioni tecniche di fornitura – Parte 6: Tubi saldati ad arco sommerso di acciaio non legato e legato per impieghi a bassa temperatura
- UNI EN 10217-7 Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione - Condizioni tecniche di fornitura – Parte 7: Tubi di acciaio inossidabile
- UNI EN 10220 Tubi di acciaio, saldati e senza saldatura - Dimensioni e masse lineiche
- UNI EN 10224 Tubi e raccordi di acciaio non legato per il trasporto di liquidi acquosi inclusa l'acqua per il consumo umano - Condizioni tecniche di fornitura
- UNI EN ISO 10893-1 Controlli non distruttivi dei tubi di acciaio - Parte 1: Controllo elettromagnetico automatizzato di tubi di acciaio, senza saldatura e saldati (eccetto quelli ad arco sommerso), per la verifica della tenuta idraulica
- UNI EN ISO 10893-11 Controlli non distruttivi dei tubi di acciaio - Parte 11: Controllo automatizzato mediante ultrasuoni del cordone di saldatura di tubi di acciaio saldati, per la rilevazione delle imperfezioni longitudinali e/o trasversali
- UNI EN ISO 10893-4 Controlli non distruttivi dei tubi di acciaio - Parte 4: Controllo di tubi di acciaio, saldati e senza saldatura, per la rilevazione di imperfezioni superficiali con liquidi penetranti
- UNI EN ISO 10893-12 Controlli non distruttivi dei tubi di acciaio - Parte 12: Controllo automatizzato mediante ultrasuoni dell'intera superficie di tubi di acciaio, senza saldatura e saldati (eccetto quelli ad arco sommerso) per la misurazione dello spessore)

- UNI EN ISO 10893-9 Controlli non distruttivi dei tubi di acciaio - Parte 9: Controllo automatizzato mediante ultrasuoni per la rilevazione di imperfezioni laminari sui nastri/lamiere utilizzati per la fabbricazione di tubi di acciaio saldati
- UNI EN ISO 10893-8 Controlli non distruttivi dei tubi di acciaio - Parte 8: Controllo automatizzato mediante ultrasuoni di tubi di acciaio, saldati e senza saldatura, per la rilevazione di imperfezioni laminari
- UNI EN 10256 Prove non distruttive dei tubi di acciaio - Qualificazione e competenze del personale per le prove non distruttive di livello 1 e 2
- UNI EN 10288 Tubi e raccordi di acciaio per condotte terrestri e marine - Rivestimenti esterni a doppio strato a base di polietilene applicati mediante estrusione
- UNI EN 10289 Tubi e raccordi di acciaio per condotte terrestri e marine - Rivestimenti esterni in resina epossidica e resina epossidica-modificata applicata allo stato liquido
- UNI EN 10290 Tubi e raccordi di acciaio per condotte terrestri e marine - Rivestimenti esterni in poliuretano e poliuretano-modificato applicato allo stato liquido
- UNI EN 10298 Tubi e raccordi di acciaio per condotte terrestri e marine - Rivestimento interno con malta cementizia
- UNI EN 10339 Tubi di acciaio per condotte d'acqua terrestri e marine - Rivestimenti interni di resina epossidica applicati allo stato liquido per la protezione contro la corrosione
- UNI EN ISO 9225 Corrosione dei metalli e loro leghe - Corrosività di atmosfere - Misurazione dei parametri ambientali che influenzano la corrosività di atmosfere
- UNI EN ISO 9226 Corrosione dei metalli e loro leghe - Corrosività di atmosfere - Determinazione della velocità di corrosione di provini normalizzati per la valutazione della corrosività
- UNI EN ISO 9224 Corrosione dei metalli e loro leghe - Corrosività di atmosfere - Valori guida per le classi di corrosività
- UNI EN ISO 9223 Corrosione dei metalli e loro leghe - Corrosività di atmosfere - Classificazione, determinazione e valutazione
- UNI EN ISO 1127 Tubi di acciaio inossidabile - Dimensioni, tolleranze e masse lineiche convenzionali
- UNI EN ISO 8044 Corrosione di metalli e leghe - Termini fondamentali e definizioni
- UNI EN ISO 10289 Metodi per prove di corrosione su rivestimenti metallici ed altri rivestimenti inorganici su substrato metallico - Valutazione di campioni e di manufatti sottoposti a prove di corrosione

#### **6.2.2.6 Tubazioni in fibrocemento**

- UNI EN 512 Prodotti di fibrocemento - Tubi e giunti per condotte in pressione

### 6.2.3 Componenti di impianti

#### 6.2.3.1 Pompe

- UNI EN 733 Pompe centrifughe ad aspirazione assiale, pressione nominale 10 bar, con supporti. Punto di funzionamento nominale, dimensioni principali, sistema di designazione
- UNI EN 734 Pompe a canali laterali PN 40. Punto di funzionamento nominale, dimensioni principali, sistema di designazione
- UNI EN 735 Dimensioni complessive delle pompe rotodinamiche. Tolleranze

#### 6.2.3.2 Valvole ed attrezzature

- UNI EN 736-1 Valvole –Terminologia – Definizioni dei tipi di valvole
- UNI EN 736-2 Valvole - Terminologia – Definizione dei componenti delle valvole
- UNI EN 736-3 Valvole - Terminologia – Definizione dei termini
- UNI EN 1074-1 Valvole per fornitura di acqua - Requisiti di attitudine all' impiego e prove idonee di verifica - Requisiti generali
- UNI EN 1074-2 Valvole per fornitura di acqua - Requisiti di attitudine all' impiego e prove idonee di verifica - Valvole di intercettazione
- UNI EN 1074-3 Valvole per fornitura di acqua - Requisiti di attitudine all' impiego e prove idonee di verifica - Valvole di ritegno
- UNI EN 1074-4 Valvole per fornitura di acqua - Requisiti di attitudine all' impiego e prove idonee di verifica - Sfiati d'aria
- UNI EN 1074-5 Valvole per fornitura di acqua - Requisiti di attitudine all' impiego e prove idonee di verifica - Valvole di regolazione
- UNI EN 12201-4 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) - Valvole
- UNI 8827 Impianti di riduzione finale della pressione del gas funzionanti con pressione a monte fra 0,04 - 5 bar. Progettazione, costruzione e collaudo
- UNI 8895 Valvole di polipropilene (PP) per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e requisiti

#### 6.2.3.3 Raccordi e pezzi speciali

- UNI EN 12256 Sistemi di tubazioni di materia plastica - Raccordi termoplastici - Metodo di prova per la resistenza meccanica o la flessibilità dei raccordi fabbricati
- UNI EN 12842 Raccordi di ghisa sferoidale per sistemi di tubazioni di PVC-U o PE - Requisiti e metodi di prova
- UNI EN 10284 Raccordi in ghisa malleabile con estremità a compressione per sistemi di tubazioni in polietilene (PE)
- UNI 8470 Valvole di PVC rigido (non plastificato) per tubazioni in pressione. Metodi di prova

- UNI 9034 Condotte di distribuzione del gas con pressione massima di esercizio minore o eguale 5 bar - Materiali e sistemi di giunzione
- UNI 9561 Tubi e raccordi di materia plastica - Raccordi a compressione per giunzione meccanica per uso con tubi in pressione di polietilene per la distribuzione dell'acqua

#### 6.2.3.4 Pozzetti

- UNI EN 124 Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione utilizzate da pedoni e da veicoli. Principi di costruzione, prove di tipo, marcatura, controllo di qualità
- UNI EN 1917 Pozzetti e camere di ispezione di calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre di acciaio e con armature tradizionali
- UNI EN 13101 Gradini per camere di ispezione sotterranee - Requisiti, marcatura, prove e valutazione di conformità

#### 6.2.3.5 Varie

- UNI EN 12068 Protezione catodica - Rivestimenti organici esterni per la protezione dalla corrosione delle tubazioni di acciaio interrate o immerse da associare alla protezione catodica - Nastri e materiali termorestringenti
- UNI EN 12186 Trasporto e distribuzione di gas - Stazioni di regolazione della pressione del gas per il trasporto e distribuzione - Requisiti di funzionamento
- UNI EN 12325-1 Tecniche di irrigazione - Impianti a perno centrale e ad avanzamento delle ali piovane - Presentazione delle caratteristiche tecniche
- UNI EN 12484-2 Tecniche di irrigazione - Sistemi di irrigazione automatica di prato - Progettazione e definizione degli appropriati modelli tecnici
- UNI EN 12954 Protezione catodica di strutture metalliche interrate o immerse - Principi generali e applicazione per condotte
- UNI EN 14339 Idranti antincendio sottosuolo
- UNI EN 14384 Idranti antincendio a colonna sopra suolo
- UNI EN ISO 5167-1 Misurazione della portata dei fluidi mediante dispositivi a pressione differenziale inseriti in condotti a sezione circolare piena - Parte 1: Principi e requisiti generali
- UNI 10390 Impianti di riduzione finale della pressione del gas naturale funzionanti con pressione a monte massima compresa tra 5 e 12 bar. Progettazione, costruzione e collaudo

#### 6.2.4 Pressione nominale

Tubi e sistemi di tubazioni sono da dimensionare per la pressione d'esercizio prevista; si richiede una pressione nominale minima di 10 bar (PN 10).

## 6.3 ESECUZIONE

Ad integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.3, vale quanto segue:

### 6.3.1 Generalità

1. Per l'esecuzione dei lavori valgono le norme elencate al punto 2.
2. Nel corso delle proprie verifiche l'Appaltatore dovrà formulare le proprie obiezioni, in particolare qualora riscontri impedimenti per la posa di condotte, ad esempio profondità e larghezza errate dello scavo, insufficiente protezione degli scavi, inadeguatezza del fondo dello scavo ovvero del piano di posa.
3. Condotte appese o appoggiate su supporti, cavi, dreni, o canali non possono essere calpestati o caricati. Eventuali danni sono da segnalare immediatamente alla Stazione appaltante, al proprietario del manufatto o a chi di competenza.

### 6.3.2 Verifiche

#### 6.3.2.1 Prove di tenuta

Le prove di tenuta per condotte in pressione per acquedotti, gasdotti e condotte per il trasporto di altri fluidi devono essere eseguite secondo le relative prescrizioni e disposizioni tecniche (UNI 11149, UNI EN 13480-5).

Le prove di tenuta di cantiere costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 5.4.2.1).

Ogni onere necessario all'ottenimento della perfetta tenuta delle condotte è a carico dell'appaltatore.

#### 6.3.2.2 Ulteriori prove

Qualora devono essere eseguite e valutate prove non distruttive delle saldature, valgono in particolare le seguenti norme tecniche di riferimento: per tubi in acciaio:

- DIN EN 12517-1 Controllo non distruttivo delle saldature - Parte 1: Valutazione mediante radiografia dei giunti saldati di acciaio, nichel, titanio e loro leghe - Livelli di accettazione per tubi in materiali termoplastici
- UNI EN 13100-1 Prove non distruttive di giunti saldati di prodotti semifiniti di materiale termoplastico - Esame visivo.
- UNI EN 13100-2 Prove non distruttive di giunti saldati di prodotti semifiniti di materiale termoplastico - Parte 2: Controllo radiografico a raggi X.
- UNI EN 13100-3 Prove non distruttive di giunti saldati di prodotti semifiniti di materiale termoplastico - Parte 3: Controllo per ultrasuoni.
- UNI EN 14728 Imperfezioni nei giunti saldati di materiale termoplastico - Classificazione



Gli interventi da eseguire in relazione al presente punto 5.3.2.2 costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 5.4.2.1).

### **6.3.3 Spurgo**

Per lo spurgo e la disinfezione degli acquedotti è applicabile la norma UNI EN 805. Tali interventi sono da considerare prestazioni particolari (vedi punto 4.2.1).

## **6.4 PRESTAZIONI ACCESSORIE, PRESTAZIONI PARTICOLARI**

### **6.4.1 Prestazioni accessorie**

Prestazioni accessorie integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punti 5.4.1. sono in particolare:

1. Constatazione dello stato di strade, superfici del terreno, ricettore e quant'altro.
2. Pulizia di materiali ed elementi costruttivi forniti dall'Appaltatore prima di procedere con la loro installazione.
3. Riparazione della protezione esterna ed interna di tubazioni ad eccezione delle prestazioni secondo il punto 5.4.2.3
4. Predisposizione di fossette per le giunzioni a bicchiere, costipamento del piano di posa.
5. Esecuzione di collegamenti di tubazioni, comprese le giunzioni mediante saldatura, tagli ed intagli nonché il ripristino della protezione interna ed esterna.
6. Adattamento con sistemazione in quota definitiva di chiusini per pozzetti, saracinesche o apparecchiature interrate.

### **6.4.2 Prestazioni particolari**

Prestazioni particolari integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 5.4.2 sono per esempio:

1. Provvedimenti secondo i punti 5.3.2.1, 5.3.2.2 e 5.3.3.
2. Fornitura e posa di pezzi speciali, attrezzature ed accessori.
3. Particolari provvedimenti supplementari contro fattori pregiudizievoli per le tubazioni.
4. Particolari provvedimenti in presenza di pendenze elevate, in presenza di roccia viva o di massi, in presenza di un piano di posa inadeguato, in presenza di acqua o in presenza di una portanza variabile del piano di posa.
5. Esecuzione e successiva rimozione dagli ancoraggi e delle tute necessarie solamente per le prove di tenuta.
6. Predisposizione e posa di targhe e picchetti per la segnalazione delle tubazioni con indicazione dei dati identificativi della tubazione stessa.

## 6.5 CONTABILIZZAZIONE

Ad integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.5 vale quanto segue:

La determinazione della prestazione, indipendentemente se da disegno o da rilievo in sito, avviene in base ai seguenti criteri:

### 6.5.1 Per opere da contabilizzare a lunghezza (m)

Sarà considerata la lunghezza sviluppata rilevata lungo gli assi delle condotte finite in opera con tutti i pezzi speciali, apparecchiature e valvole. Per la contabilizzazione di condotte in pressione non saranno detratte le luci dei pozzetti in linea.

La profondità di pozzetti sarà rilevata dalla quota finita dell'estradosso del chiusino sino al punto più profondo del fondo del pozzetto.

### 6.5.2 Per opere da contabilizzare a pezzo (pz)

I pezzi speciali in acciaio saranno computati a numero (pz) con le apposite voci di contratto ovvero con lunghezze equivalenti da aggiungere a quelle rilevate secondo il punto 5.5.1. Per braghe o riduzioni la lunghezza equivalente è calcolata sulla tubazione di diametro maggiore. Le lunghezze equivalenti verranno calcolate distinguendo in base a diametro, materiale e tipo del pezzo speciale con le seguenti tabelle.

Tubi in materiali metallici (escluso trasporto aria)			
Diametro DN mm	curve m	tee m	riduzioni m
fino a 65	1,00	1,00	1,00
80-150	1,50	1,50	1,50
≥200	2,00	2,00	2,00

Tubi in materiali metallici (per trasporto aria)			
Diametro DN mm	curve m	tee m	riduzioni m
fino a 65	1,00	1,00	1,00
80-200	1,50	1,50	1,50
≥250	2,00	2,00	2,00

Per tubazioni in PE, tutti i pezzi speciali si intendono compensati all'interno della voce della tubazione di egual diametro, non essendo pertanto previste lunghezze equivalenti da aggiungere a quelle rilevate secondo il punto 5.5.1.



## 6.6 SPECIFICHE DI PROGETTO

### 6.6.1 TUBAZIONI IN ACCIAIO INOSSIDABILE (AISI 304L)

Le prescrizioni riportate nel seguito riguardano in linea generale i tubi in acciaio inossidabile destinati al trasporto di acqua, liquami e scarichi in genere (ad esclusione pertanto delle linee di trasporto dell'aria a bassa pressione). I tubi da utilizzare saranno in acciaio inox AISI 304L, rispondenti alle norme UNI EN 10217-7 e di caratteristiche dimensionali come da Tabella 1.

FLANGE: UNI EN 1092-1 PN 10

Tabella 1: Diametri e spessori per tubazioni in acciaio inossidabile

Diametro tubazione	Spessore minimo parete
DN 15-80	2,00 mm
DN 100-500	3,00 mm
> DN 500	4,00 mm

### 6.6.2 TUBAZIONI IN ACCIAIO INOSSIDABILE PER LINEE DI TRASPORTO ARIA DI PROCESSO (AISI 304L)

Le prescrizioni riportate nel seguito riguardano le linee di trasporto dell'aria di processo a bassa pressione con diametri superiori al DN 80 (per i diametri fino al DN 80 sono applicabili le prescrizioni di cui al precedente punto).

I tubi da utilizzare saranno in acciaio inox AISI 304L, rispondenti alle norme UNI EN 10217-7 e di caratteristiche dimensionali come da Tabella 2.

FLANGE: UNI EN 1092-1 PN 10

Tabella 2: Diametri e spessori per tubazioni in acciaio inossidabile aria di processo

Diametro tubazione	Spessore minimo parete
DN 80-150	2,00 mm
DN 200-500	2,60 mm
DN 550-600	3,00 mm

### 6.6.3 TUBAZIONE IN ACCIAIO INOX AISI 316L PER CONDUTTURE ARIA ESAUSTA

Tubazione circolare in acciaio inox AISI 316L per formazione condotte aria esausta con spessore parete pari a 1 mm del tipo ad innesto con guarnizione di tenuta gas ad alta temperatura.

#### 6.6.4 TUBAZIONE IN ACCIAIO INOX AISI 316L PER CONDUTTURE LIQUIDO IN PRESSIONE

Tubazione circolare in acciaio inox AISI 316L per formazione condotte di liquido in pressione con spessore variabile in funzione del diametro di riferimento, del tipo ad innesto con guarnizione di tenuta ad alta temperatura, conformi ad ASTM A269/213

FLANGE: UNI EN1092-1/02/A PN 16

#### 6.6.5 TUBAZIONI IN PVC-U PN 6 PER CONDUTTURE LIQUIDO IN PRESSIONE ATMOSFERICA

##### 6.6.5.1 Tubi per fognature e scarichi interrati non in pressione

I tubi in PVC devono essere realizzati con PVC-U (policloruro di vinile non plastificato) con aggiunta di additivi e contenuto di PVC non inferiore all'80% in massa per tubi e all'85% per i raccordi stampati. Le caratteristiche devono essere conformi ai prospetti 1 (tubi) e 2 (raccordi) della **UNI EN 1401-1**.

I tubi ed i raccordi devono essere colorati in tutto il loro spessore come prescritto dal punto 5 della **UNI EN 1401-1**.

Gli spessori minimi e massimi in funzione della rigidità anulare nominale (SN) e del rapporto dimensionale normalizzato (SDR) sono indicati nel prospetto 4 della citata **UNI EN 1401-1**. Per le dimensioni dei raccordi, bicchieri e codoli si farà riferimento rispettivamente ai punti 6.3 e 6.4 della **UNI EN 1401-1**. Per le tipologie dei raccordi si farà riferimento al punto 6.5 della citata norma.

Le dimensioni dei diametri esterni dei tubi sono riportate nel prospetto 3 della **UNI EN 1401-1**. Lo scostamento ammissibile della circolarità (ovalizzazione) dei tubi dopo la produzione deve essere non maggiore a 0,024 del diametro esterno nominale.

La lunghezza deve essere misurata escluso bicchieri o smussi così come indicato dalla figura 1 della **UNI EN 1401-1**.

Le caratteristiche meccaniche devono essere conformi a quanto riportato nei prospetti 9 (tubi), 10 (tubi), 11 (raccordi) della **UNI EN 1401-1**. Le caratteristiche fisiche devono essere conformi a quanto riportato nei prospetti 12 (tubi), 13 (raccordi), 14 (raccordi fabbricati) della citata **UNI EN 1401-1**.

Le tubazioni dovranno riportare nella parte maschio, segno indelebile della lunghezza dell'inserimento del manufatto nella parte femmina. Tale segno sarà esteso a tutta la circonferenza del tubo.

Le guarnizioni devono essere conformi alla norma **UNI 681-1**.

I tubi in PVC (polivinilcloruro) da utilizzare per le condotte destinate al trasporto di acque di scarico, secondo la **UNI EN 1401-1**, devono essere nei tipi:

a) tipo SN4 SDR 41 (4 KN/cm<sup>2</sup>) per:

- temperatura massima permanente 40°C
- massimo ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo pari a 6,00 m
- ricoprimento minimo sulla generatrice superiore del tubo pari 1,20 m

- traffico stradale pesante pari a 18 t/per asse
- trincee larghe e strette entro od oltre un 1,00 m dalla struttura (applicazione UD)
- opera di posa corretta

b) tipo SN8 SDR 34 (8 KN/cm<sup>2</sup>) per:

- temperatura massima permanente del fluido condottato 40°C
- ricoprimento minimo sulla generatrice superiore del tubo pari 1,20 m
- per condizioni di posa particolarmente gravose.

Devono essere idonei al trasporto di quanto anzidetto e corrispondere a tutti i requisiti indicati dalla **UNI EN 1401**.

#### **6.6.5.2 Tubi per acquedotto funzionamento in pressione**

I tubi ed i raccordi in PVC-U per trasporto di acqua in pressione dovranno avere i requisiti previsti dalla normativa UNI e CEN vigente:

- UNI EN 1452 : 2001 "Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua – Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U)" (con requisiti del D.M.174);
- EN 1452: 1999 "Plastics piping systems for water supply – Unplasticized poly(vinyl chloride) (PVC-U)" (con requisiti del D.M.174).

La miscela con cui dovranno essere realizzati i tubi dovrà essere costituita principalmente da PVC vergine con la sola aggiunta di fluidificanti, stabilizzanti organici assolutamente atossici (deve essere garantita l'assoluta assenza di metalli pesanti), cariche inerti, colore RAL 7011 ed altri additivi nelle quantità strettamente necessarie a coadiuvare l'estrusione delle tubazioni, garantendo in ogni caso la stabilità delle caratteristiche del polimero.

La miscela impiegata deve possedere documentazione, da parte di laboratorio accreditato SINAL, attestante il valore di MRS  $\geq$  25 MPa a 50 anni.

Non è ammesso l'utilizzo di:

- Plastificanti e/o cariche minerali che possano diminuire le caratteristiche meccaniche ed igieniche del tubo;
- PVC proveniente dalla rigenerazione di polimeri di recupero, anche se selezionati;
- Materiale di primo uso estruso, ottenuto cioè dalla molitura di tubi e/o raccordi già estrusi anche se aventi caratteristiche conformi alle summenzionate normative
- Sostanze stabilizzanti a base di piombo;

I tubi ed i raccordi dovranno essere certificati da I.I.P. - Istituto Italiano dei Plastici con Marchio di conformità IIP-UNI o Piip o da altro organismo di certificazione di prodotto equivalente accreditato in conformità alla norma EN 45011. Quando osservate senza ingrandimento, le superfici interne e esterne dei tubi e dei raccordi dovranno essere lisce, pulite ed esenti da screpolature, cavità ed altri difetti superficiali che possano influire sulla conformità alla norma. Il materiale non dovrà contenere

alcuna impurità visibile senza ingrandimento. Le estremità dei tubi dovranno essere tagliate in modo netto e perpendicolarmente all'asse del tubo.

Il sistema di giunzione dovrà essere a bicchiere con guarnizione di tenuta preinserita in fabbrica, bloccata e inamovibile tale da risultare un corpo unico con la tubazione. Il sistema di giunzione dovrà essere tale da garantire la tenuta idraulica sia alla pressione di collaudo che alla pressione di esercizio anche in condizioni di pressioni negative ed in condizioni di deflessione angolare del giunto, rispettivamente in accordo ai metodi di prova UNI EN ISO 13844 ed UNI EN ISO 13845. Il sistema adottato dovrà essere in grado di bloccare la guarnizione elastomerica di tenuta in modo che questa si presenti preinserita in fabbrica ed inamovibile tale da risultare un corpo unico con la tubazione al fine di evitare accidentali lacerazioni interne della guarnizione durante le fasi di posa. Le guarnizioni elastomeriche di tenuta bloccate dovranno essere conformi alla norma UNI EN 681-1 e dovranno essere state precedentemente testate in laboratorio a 40 bar e poter

#### **6.6.5.3 Marcatura dei tubi e dei raccordi**

La marcatura degli elementi eseguita in modo chiaro e durevole dovrà riportare: come descritto nel prospetto 16 della **UNI EN 1401-1**:

a) Tubazioni:

- numero di norma
- dimensione nominale espressa in mm. e riferita al diametro esterno
- spessore minimo di parete
- materiale
- codice di area di applicazione (esterno o interno all'edificio)
- rigidità anulare nominale
- fabbricante
- l'eventuale simbolo per l'impiego a basse temperature
- Linea di produzione.
- Mese e giorno di produzione.

b) Raccordi:

- numero di norma
- dimensione nominale
- angolo nominale
- spessore minimo di parete
- materiale
- codice di area di applicazione (esterno o interno all'edificio)
- fabbricante.

#### 6.6.5.4 Giunzioni

Le giunzioni dovranno essere di tipo elastico, effettuate a mezzo di idonei anelli elastomerici di tenuta. La tenuta è assicurata dalla compressione radiale della guarnizione elastomerica. Le guarnizioni dovranno essere del tipo Block o flex block, premontate.

##### Giunti con anello in elastomero

Il montaggio dei tubi dovrà avvenire nel seguente modo:

- verifica dell'integrità dello smusso
- pulizia da eventuali corpi estranei
- misura accurata della lunghezza del bicchiere
- riporto della misura anzidetta (ridotta di 10/20 mm) sul maschio del tubo tracciando un segno con matita o pennarello
- inserimento della guarnizione elastomerica di tenuta nella sua sede accuratamente, e con l'avvertenza che la parte sottile sia rivolta verso la parte esterna del bicchiere
- lubrificazione con lubrificante apposito della superficie interna della guarnizione e della superficie esterna della punta del tubo (non usare grassi od oli minerali).

Non deve essere lubrificata la sede interna della guarnizione.

Introdurre la parte cilindrica smussata del tubo dentro il bicchiere, sino al segno precedentemente fatto, verificando che la guarnizione rimanga in sede. La perfetta riuscita di questa operazione dipende dal preciso allineamento dei tubi e dall'accurata lubrificazione.

##### Giunti con anello di tipo rigido ottenuti mediante incollaggio

Posato il tubo si procederà al rinfianco con sabbia fino alla generatrice superiore, costipando accuratamente in modo da non lasciare vani al di sotto del tubo. Ultimata la posa, l'appaltatore dovrà procedere, prima del reinterro definitivo, allo stendimento di uno strato di sabbia di almeno 20 cm di spessore al di sopra della generatrice superiore del tubo. Si fa obbligo all'appaltatore di adottare tutte le misure idonee alla salvaguardia delle tubazioni con particolare riguardo al trasporto, allo stoccaggio ed alla posa in opera, al fine di non danneggiare i materiali con abrasioni od intagli di sorta.

I tratti di tubazione danneggiati, per qualsiasi motivo ed accidentalmente, devono essere immediatamente allontanati dal cantiere.

Gli accessori devono essere sostenuti autonomamente da un loro appoggio e non essere posizionati in modo tale da danneggiare il tubo.

Inoltre, l'appaltatore dovrà eseguire tutti i lavori di posa secondo le raccomandazioni dell'Istituto Italiano Plastici.

Nella posa in opera, dovrà evitarsi che le tubazioni siano sistemate in prossimità di sorgenti di calore.

#### 6.6.5.5 Resistenza all'ovalizzazione

La resistenza all'ovalizzazione dipende dalla rigidità anulare e dal modulo di reazione del suolo che varia notevolmente in funzione della tipologia e del grado di compattazione del materiale usato per il sottofondo e per il rinfiante. Il materiale più adatto è costituito da ghiaia o da pietrisco con diametro di 10-15 mm oppure da sabbia mista a ghiaia con diametro massimo di 20 mm.

La deformazione diametrale massima ammessa è pari al 5%.

Sono ammissibili velocità fino a 7 m/s e oltre per la buona resistenza all'abrasione.

#### 6.6.6 TUBAZIONI IN PVC-C PER CONDUTTURE REAGENTI

Specifiche generali del materiale:

Materiale: Polivinilcloride termoresistente

Dimensione: DIN 8079/8080

Colore: grigio RAL 7038

Densità: g/cm<sup>3</sup> – 1.50

Espansione termica coefficiente: mm/m K – 0.065

Densità termica a 23°C: 0.15 W/m K

Privo di silicone

#### 6.6.7 TUBAZIONI IN PEAD – PER TRATTI INTERRATI

##### 6.6.7.1 Dimensioni fino a De400 compreso

Tubazione in polietilene alta densità PE100-RC PN10, a parete solida, per reti di trasporto d'acqua per applicazioni interrate e fuori terra di acqua grezza prima del trattamento, per scarichi e fognature in pressione, per sistemi di fognatura in depressione e acqua per altri scopi, prodotta con resina ad elevata resistenza alla crescita lenta della frattura, di colore nero, pigmentata e stabilizzata in granulo all'origine, in tutto rispondente alla norma UNI EN 12201-2 con marchio di conformità rilasciato da un Organismo di certificazione di parte terza accreditato secondo le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17065/2012 e UNI CEI EN ISO/IEC 17020/2012 (certificazione di conformità di prodotto). La tubazione sarà prodotta da azienda dotata dei seguenti sistemi di gestione, certificati e validati da ente terzo accreditato:

- qualità, secondo UNI EN ISO 9001:2015;
- ambiente, secondo UNI EN ISO 14001:2004;
- sicurezza, secondo BS OHSAS 18001:2007;



I compound in granuli utilizzati per le tubazioni devono essere omogenei e stabilizzati in origine dal produttore di materia prima, con caratteristiche conformi alla norma UNI EN 12201, ISO 4427 ed alla specifica tecnica PAS 1075 (tipo 2) per posa senza letto di sabbia o senza scavo.

Devono avere proprietà organolettiche conformi al D.Lgs. n. 31 del 2/2/2001 e verificate secondo UNI EN 1622 e proprietà igienico-sanitarie conformi alle prescrizioni normative del D.M. n. 174 del 6/4/04 per il convogliamento di acqua potabile.

Le tubazioni devono essere in possesso delle certificazioni di conformità ai seguenti riferimenti normativi, rilasciate da organismi accreditati secondo CEI EN 45011:

- UNI EN 12201-2 "Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua e per scarico e fognature in pressione – Polietilene (PE) – Parte 2: Tubi"
- UNI EN 1622 "Qualità dell'acqua - Determinazione della soglia di odore (TON) e della soglia di sapore (TFN)"
- PAS 1075 "Pipes made from polyethylene for alternative installation techniques – Dimensions, technical requirements and testing"

Il processo di produzione deve garantire il controllo in continuo delle caratteristiche dimensionali mediante dispositivi ad ultrasuoni, di cui il produttore deve essere in grado di fornire l'attestazione a dimostrazione dell'idoneità del processo produttivo.

Per ogni lotto di tubi forniti, il certificato di analisi fornito su richiesta deve contenere i risultati delle prove relative alle seguenti proprietà:

- controlli dimensionali (UNI EN ISO 3126)
- indice di fluidità a 190 °C e 5 kg (UNI EN ISO 1133)
- tempo induzione all'ossidazione a 210 °C (UNI EN 728)
- allungamento % a rottura (UNI EN ISO 6259)
- resistenza alla pressione idrostatica  $\geq 165$  h a 80 °C  $\sigma$  5,4 MPa (UNI EN ISO 1167)

La marcatura dovrà recare per esteso, il marchio di prodotto e tutti gli altri elementi previsti dalla norma. La composizione utilizzata per la produzione delle tubazioni dovrà essere omogenea e stabilizzata in granulo all'origine.

La tubazione sarà prodotta con materia prima certificata da laboratorio accreditato che ne attesti la resistenza alla prova di Notched Pipe Test SCG secondo EN ISO 13479 per un tempo superiore a 5000 h.

Materiale impiegato per le tubazioni interrate di trasporto di liquidi in pressione e non (refluo o fango attivo), ad eccezione dei tratti di tubazioni di trasporto fanghi nella zona sottostante il sedimentatore secondario.

#### 6.6.7.2 Dimensioni superiori a De400

Tubazioni in polietilene alta densità PE100 per reti di trasporto d'acqua per applicazioni interrato e fuori terra di acqua grezza prima del trattamento, per scarichi e fognature in pressione, per sistemi di fognatura in depressione e acqua per altri scopi, pigmentata e stabilizzata in granulo all'origine, SDR 17 PN10, in tutto rispondente alla norma UNI EN 12201-2 con marchio di conformità rilasciato da un Organismo di certificazione di parte terza accreditato secondo le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17065/2012 e UNI CEI EN ISO/IEC 17020/2012 (certificazione di conformità di prodotto). La tubazioni saranno prodotte da azienda dotata dei seguenti sistemi di gestione, certificati e validati da ente terzo accreditato:

- qualità, secondo UNI EN ISO 9001:2015;
- ambiente, secondo UNI EN ISO 14001:2004;
- sicurezza, secondo BS OHSAS 18001:2007

Materiale impiegato per le tubazioni interrate di trasporto di liquidi in pressione e non (reflugo o fango attivo), ad eccezione dei tratti di tubazioni di trasporto fanghi nella zona sottostante il sedimentatore secondario.

#### 6.6.8 TUBAZIONI IN ACCIAIO BITUMATO

Tubazioni e collettori in acciaio al carbonio L235 (UNI EN 10224/04) completi di curve e pezzi Speciali, flange, staffe e supporti, ecc.

Protezione esterna con rivestimento bituminoso pesante secondo norme UNI 5256/87, costruiti a punte lisce secondo norme EN 10224.

Materiale utilizzato per le tubazioni interrate di trasporto dell'aria compressa e per i tratti di tubazioni di trasporto fanghi nella zona sottostante il sedimentatore secondario.

#### 6.6.9 Flange

Aria aperta

Flange libere in lega di alluminio EN AC-47000 per tubi con bordo di appoggio (cartella di estremità a saldare per tubazioni in acciaio e PEAD). Dimensioni di accoppiamento in accordo con le norme EN 1092-1/04 PN10.

Flange cieche in lega di alluminio EN AC-47000, di dimensioni compatibili con le norme EN 1092-1/05 PN10.

Bulloneria realizzata in acciaio inossidabile.

In vasca





Flange libere in acciaio inox AISI 304/1.4301 per tubi con bordo di appoggio (cartella di estremità a saldare per tubazioni in acciaio e PEAD). Dimensioni di accoppiamento in accordo con le norme EN 1092-1/02 PN10.

Flange cieche in acciaio inox AISI 304/1.4301, di dimensioni compatibili con le norme EN 1092-1/05 PN10.

Bulloneria realizzata in acciaio inossidabile AISI 304.

#### Interrate

Flange libere in acciaio rivestite in PP per tubi con bordo di appoggio (cartella di estremità a saldare per tubazioni in acciaio e PEAD). Dimensioni di accoppiamento in accordo con le norme EN 1092-1/02 PN10.

Flange cieche in acciaio rivestite in PP, di dimensioni compatibili con le norme EN 1092-1/05 PN10.

Bulloneria realizzata in acciaio inossidabile AISI 304.

Utilizzo per temperature fino a +80°C

#### In alternativa

Flange libere in vetroresina ad alta resistenza, per tubi con bordo di appoggio (cartella di estremità a saldare per tubazioni in acciaio e PEAD). Dimensioni di accoppiamento in accordo con le norme EN 1092-1/02 PN10.

Flange cieche in vetroresina ad alta resistenza, di dimensioni compatibili con le norme EN 1092-1/05 PN10.

Bulloneria realizzata in acciaio inossidabile AISI 304.

Utilizzo per temperature fino a +90°C

#### In alternativa

Flange libere in PVC ad alta resistenza, per tubi con bordo di appoggio (cartella di estremità a saldare per tubazioni in acciaio e PEAD). Dimensioni di accoppiamento in accordo con le norme EN 1092-1/02 PN10.

Flange cieche in PVC ad alta resistenza, di dimensioni compatibili con le norme EN 1092-1/05 PN10.

Bulloneria realizzata in acciaio inossidabile AISI 304.

Utilizzo per temperature fino a +30°C

### 6.6.10 Staffaggi

Strutture di sostegno per tubazioni in acciaio inox, complete di tasselli e bulloneria di fissaggio.



#### COLLARE:

Adatto per tubi di qualsiasi materiale con diametro esterno da 18 mm a 219 mm, per ancoraggi pendenti, in appoggio, a parete ed obliqui. Collare con tronchetto saldato: attacco 2G provvisto di due filettature. Completi di viti di serraggio e dadi esagonali. Collare in acciaio inox, profilato in gomma SBR/EPDM, nero.

#### U-BOLTS:

Per tubazioni pensili o in appoggio, in combinazione con mensole. Fornite con 4 dadi esagonali. Sono realizzati in acciaio inossidabile in conformità alla norma DIN 3570.

#### MENSOLE:

Per il montaggio di tubazioni a parete, realizzata in acciaio inox elettrosaldato.

#### 6.6.11 Giunti passamuro a tenuta idraulica

Come mostrato nell'elaborato di progetto E-T-311-45 (Particolari costruttivi – Tavola 1 di 4) i giunti passamuro a tenuta idraulica vanno realizzati come segue:

- tronchetto annegato nel getto, munito di collare e giunto water-stop, in caso di attraversamento di pareti su strutture di nuova realizzazione con tubazioni di qualsiasi diametro;
- tronchetto annegato nel getto, munito di collare e giunto water-stop, in caso di attraversamento di pareti su strutture esistenti con tubazioni di DN > 200, a seguito di demolizione localizzata della parete stessa. Il getto di ripristino della parete è realizzato impiegando calcestruzzo a tenuta idraulica;
- carotaggio e inserimento di guarnizione passamuro con elemento di tenuta (tipo Curaflex® o similari) in caso di attraversamento di pareti su strutture esistenti con tubazioni di DN ≤ 200. Questa tipologia di giunto può essere impiegata, in alternativa alla soluzione con tronchetto annegato nel getto, anche per l'attraversamento di pareti di nuova realizzazione, realizzando un carotaggio di opportuno diametro o annegando preventivamente nel getto un adeguato tubo fodera munito di collare di tenuta.

#### 6.6.12 Giunti di smontaggio

I giunti di smontaggio saranno in tre pezzi composti da tre flange forate secondo EN 1092-2 PN 10, 16, 25 a seconda delle prescrizioni degli elaborati di progetto, in acciaio al Carbonio C22 UNI 7070 e corpi tubolari in acciaio collegati con saldature esterne ed interne alle flange e con o-ring in



elastomero in EPDM tra i corpi e la flangia centrale con tiranti e dadi rispettivamente in acciaio con protezione elettrolitica (zincatura elettrolitica).

Dovranno essere forniti completi di tappi di protezione in gomma alle due estremità delle barre filettate. Garantire un'escursione massima di almeno 50 mm (+ o - 25 mm per parte).

Il rivestimento interno ed esterno dovrà essere previsto con vernice epossidica di spessore minimo 150 micron previa sabbiatura grado Sa 2.5, e verniciatura a forno con polvere epossidica applicata con processo elettrostatico a forno.

Tutti i materiali dovranno essere interamente conformi alle specifiche del Ministero della Sanità per il trasporto di acqua potabile.

Il collaudo dei giunti dovrà essere previsto ad una pressione pari a 1,5 volte la PFA+ 1 bar, e sarà eseguito a campione.

Giunto di smontaggio per facilitare il montaggio/smontaggio delle valvole.

- Flange EN 1092-2
- Temperatura di esercizio min -15°C / max +80°C

#### MATERIALI:

- Tubo flangiato lungo GJS 500
- Tubo flangiato corto GJS 500
- Flangia di ritegno acciaio ST37
- Anello di tenuta EPDM
- Vite prigioniera acciaio zincato
- Dado acciaio zincato
- Rivestimento esterno/interno polvere epossidica di colore blu RAL 5005 con spessore minimo 250 µm

#### 6.6.13 Raccordi a compressione

Raccordi a compressione in PP conformi alla norma di progetto UNI 9561.

#### MATERIALI:

- Corpo polipropilene PP-B
- Ghiera polipropilene PP-B
- O-RING NBR
- Anello di serraggio poliacetale bianco

## 6.6.14 Giunti compensatori

### 6.6.14.1 Compensatori di dilatazione in gomma

SERVIZIO: Garantire eventuali spostamenti relativi verticali e orizzontali.

DESCRIZIONE: Giunto in gomma flessibile (compensatore di dilatazione) in cui la parte elastica è costituita da una miscela di gomma, a base di elastomeri sintetici con aggiunte di particolari componenti e che è stata sottoposta a vulcanizzazione. Per poter resistere alle sollecitazioni dovute alla pressione e alla temperatura a cui saranno sottoposti in esercizio, i giunti in gomma sono rinforzati internamente da più strati di fibre tessili e da fili d'acciaio opportunamente disposti.

Le flange sono girevoli e contengono il bordo della cartella del giunto in un'apposita scanalatura sagomata. La cartella consente una perfetta tenuta con qualsiasi pressione senza necessità di guarnizione supplementare. La foratura standard delle flange è secondo UNI 2223 e il materiale standard è acciaio al carbonio zincato elettroliticamente.

Gli elastomeri normalmente usati sono:

- NN – Neoprene sia all'interno che all'esterno;
- EE – EPDM sia all'interno che all'esterno;
- NP – Nitrile all'interno + Neoprene all'esterno;
- NH – Hypalon all'interno + Neoprene all'esterno;
- NV – Viton all'interno + Neoprene all'esterno.

### 6.6.14.2 Giunto compensatore a soffietto

SERVIZIO: Garantire eventuali spostamenti relativi.

DESCRIZIONE: Giunto compensatore assiale a soffietto flangiato costituito da:

- estremità flangiate in acciaio al carbonio, conformi alla norma EN 10027;
- soffietto pluriparete in acciaio inox Tp321 conforme alla norma ASTM A240.

Tabella 12: Caratteristiche tecniche compensatori a soffietto

DN	Lunghezza	Corsa assiale	Rigidezza assiale
[mm]	[mm]	[mm]	[N/mm]
25	90	+6 -19	57
32	95	+6 -19	54
40	105	+8 -22	85
50	115	+8 -22	58
65	125	+8 -22	154
80	130	+8 -22	184
100	160	+9 -26	137
125	165	+9 -26	169



150	165	+9 -26	209
200	200	+10 -30	290
250	210	+10 -30	366
300	210	+13 -37	292
350	220	+13 -37	328
400	245	+13 -37	546
450	250	+13 -37	616
500	275	+13 -37	767
600	290	+13 -37	1208

#### 6.6.15 Valvole

##### 6.6.15.1 Saracinesche a cuneo gommato a corpo ovale

Le saracinesche dovranno essere prodotte esclusivamente da aziende dotate di Sistema di Qualità Aziendale secondo le norme Europee UNI EN ISO 9001 e UNI EN ISO 9002, e certificato da un ente competente accreditato secondo le norme EN 45000 ed EN ISO 17020 e che abbia sottoscritto l'accordo "European Cooperation for Accreditation (EAC)".

Le saracinesche saranno di tipo flangiato con corpo, cappello e cuneo in ghisa sferoidale GS 400-15, costruite in conformità alle norme NFE 29324 e UNI 10269-95, collaudate in stabilimento secondo le norme NFE 29311 e ISO 5208, a scartamento classico o ridotto secondo le norme NFE 29305 serie 15 o serie 14 e ISO 5752 serie 15 o serie 14. Complete di volantino di manovra in ghisa secondo DIN 3220, e previste per le seguenti caratteristiche principali:

- pressione massima di esercizio conforme a quanto indicato in elenco prezzi e negli altri elaborati progettuali;
- corpo a passaggio rettilineo senza cavità (sul corpo dovranno essere indicati il nome o la sigla della ditta costruttrice, il diametro nominale e la pressione nominale);
- area di passaggio: l'area libera di passaggio nell'interno del corpo dovrà essere totale a cuneo alzato;
- identificazione a mezzo etichetta indicante: senso di chiusura-foratura, anno/mese di produzione, flange, numero di serie;
- albero di manovra: acciaio inox X20Cr13;
- madrevite: bronzo - indipendente dal cuneo;
- tenuta primaria: sarà realizzata mediante un cuneo di ghisa sferoidale rivestito completamente di elastomero EPDM, che dovrà essere dotato di uno spurgo idoneo ad evitare il ristagno dell'acqua e i pericoli di gelo. Zone guida indipendenti dalle zone di tenuta;



- tenuta secondaria: dovrà essere realizzata a mezzo di vite con anelli di tenuta O-Ring in gomma (minimo 2), sostituibile con saracinesca in esercizio (senza dover interrompere il passaggio del fluido). Gli O-Ring saranno protetti da un parapolvere di gomma;
- connessione corpo/coperchio: con una connessione senza bulloni del tipo ad autoclave oppure con viti di acciaio inox del tipo a brugola non sporgenti annegate in mastice permanente plastico anticorrosivo;
- protezione esterna/interna: rivestimento a base di resine epossidiche del tipo plastico atossico riportato elettrostaticamente con essiccazione in forno avente uno spessore medio di 250 micron;
- flange di collegamento forate e dimensionate secondo ISO PN10 e conformi alle norme UNI 2223, UNI 2234+2239, UNI ISO 2531 e ISO 7005;
- coppia di manovra: conformi a norma ISO 7259;
- bulloneria in acciaio inox AISI 304, conforme alle norme UNI 6609, ISO 4014, ISO 4032, EN 24014, EN 24032.
- Conforme alle norme EN 1074-1, EN 1074-2 e ISO 7259; scartamento standard (corpo ovale) secondo ISO 5752 serie 15, per i DN da 40 a 300.
- Pressione di Funzionamento Ammissibile (PFA): 10 bar.
- Corpo e coperchio in ghisa sferoidale 400-15 ISO 1083 interamente rivestita con polvere epossidica di spessore 250 micron - RAL 5005.
- Corpo a passaggio totale sul diametro nominale.
- Cuneo in ghisa sferoidale 400-15 ISO 1083 interamente forato per consentire il passaggio della vite ed evitare il ristagno dell'acqua. Cuneo completamente rivestito, compresa la sede della madrevite ed il foro di passaggio, in elastomero EPDM vulcanizzato atossico.
- Otturatore e organo di manovra sostituibili senza smontare la saracinesca dalla condotta.
- Connessione tra corpo e coperchio realizzata con sistema ad autoclave senza bulloni.
- Tenuta secondaria ottenuta a mezzo di due O-Ring di gomma con supporto della vite in bronzo, smontabile con saracinesca in pressione.
- Albero di manovra in acciaio inox al 13% di cromo, in unico pezzo forgiato a freddo e madrevite dell'albero in ottone.
- Flange di collegamento forate secondo ISO 7005-2 e EN 1092-2.
- Pressioni di collaudo secondo la norma ISO 5208: 1.1 PFA a cuneo chiuso, 1.5 PFA a cuneo aperto e controllo della coppia di manovra.
- Materiali interamente conformi al trasporto di acqua potabile.
- Identificazione della valvola a mezzo etichetta indicante: senso di chiusura, DN, foratura flange, anno e mese di produzione, numero di serie e marchio del produttore. Marcatura di DN, PN e tipo di ghisa sferoidale ottenuta per fusione sul corpo della valvola.
- Saracinesca fornita ad albero nudo; su richiesta: cappello, manicotto o volantino.



- Installazione: in posizione orizzontale, verticale o inclinata.
- Flange di collegamento forate e dimensionate secondo ISO PN10 e conformi alle norme UNI EN 1092-1 1092-2;
- coppia di manovra: conformi a norma ISO 7259;
- bulloneria in acciaio inox AISI 304, conforme alle norme UNI 6609, ISO 4014, ISO 4032, EN 24014, EN 24032.

#### **6.6.15.2 Valvole di intercettazione**

##### **Valvole a saracinesca cuneo gommato PN10 a corpo piatto.**

Saracinesca cuneo gommato in ghisa sferoidale a corpo piatto e vite interna, corpo e coperchio in ghisa con rivestimento epossidico atossico alimentare conforme al D.M. 174 del 06/04/2004, cuneo rivestito in elastomero EPDM, albero in acciaio inossidabile, madrevite in bronzo; flangiata e forata a norma UNI EN 1092-1, pressioni nominali di prova e esercizio a norma UNI 1284. Pressione di esercizio ammissibile PFA 10 bar.

- Norma progetto EN 1171, EN 1074-1 e EN 1074-2
- Scartamento EN 558-1 Serie 14
- Flange EN 1092-2
- Collaudi EN 12266
- Temperatura esercizio EPDM  $\leq 70^{\circ}\text{C}$

##### **MATERIALI:**

- Corpo GJS 500
- Rivestimento cuneo gomma EPDM
- Struttura cuneo GJS 500
- Madrevite bronzo alluminio
- Asse acciaio inox AISI 420
- Vite acciaio zincato
- Guarnizione EPDM
- Cappello GJS 500
- Boccola POM
- O-RING NBR
- Boccola di tenuta ottone
- Parapolvere NBR
- Volantino GJS 500
- Rivestimento polvere epossidica 3M di colore blu RAL 5015 con sp. min 250  $\mu\text{m}$

##### **Valvola di ritegno a battente**



Le valvole saranno di tipo flangiato, con corpo e coperchio in ghisa grigia GG50, sede di tenuta in ottone, guarnizione e coperchio in elastomero "PERBURAN", perno e battente in acciaio inox X20Cr13 con boccole in bronzo, e saranno previste per le seguenti caratteristiche:

- pressione massima di esercizio conforme a quanto indicato in elenco prezzi e negli altri elaborati progettuali;
- esecuzione con manutenzione senza smontaggio del corpo.
- protezione esterna/interna: a base di resine epossidiche del tipo plastico atossico riportato elettrostaticamente con essiccazione in forno avente uno spessore medio di 250 micron.
- flange di collegamento forate e dimensionate secondo ISO PN10 e conformi alle norme UNI 2223, UNI 2234+2239, UNI ISO 2531 e ISO 7005;
- bulloneria in acciaio inox AISI 304, conforme alle norme UNI 6609, ISO 4014, ISO 4032, EN 24014, EN 24032.

#### Valvola a farfalla tipo wafer PN10

Valvola a farfalla wafer per montaggio tra flange UNI EN 1092-1, corpo in ghisa rivestito con polveri epossidiche, disco in ghisa sferoidale a forma sferica guidata da millerighe rivestito in polyammide, orecchie di centraggio passanti, asse monoblocco antiespulsione in acciaio Inox, guarnizione di tenuta a coda di rondine e scanalatura in elastomero EPDM conforme al D.M. 174 del 06/04/2004, leva di manovra dentellata in ghisa a 10 posizioni lucchettabile, collaudata secondo le norme ISO 5208. Temperatura di esercizio da -5° a +100°. Pressione di esercizio ammissibile PFA 10 bar.

- Norma progetto EN 593, EN 1074-1 e EN 1074-2
- Scartamento EN 558-1 Serie 20
- Flange EN 1092-2
- Collaudi EN 12266
- Flangia superiore ISO 5211
- Temperatura esercizio EPDM ≤ 120°C NBR ≤ 80°C

#### MATERIALI:

- Corpo GJL 250
- Disco GJS 400
- Tenuta NBR o EPDM
- Albero acciaio inox AISI 420
- Boccola PTFE
- O-RING NBR
- Sieger acciaio
- Rondella acciaio inox AISI 304
- Leva ghisa grigia





- Rivestimento polvere epossidica 3M di colore blu RAL 5015 con sp. min 250 µm

**Valvole a farfalla wafer in PVC-C corpo PN10-16** con leva ergonomica bloccabile e regolabile a 5 gradi, principio di funzionamento a doppio eccentrico con bassa coppia di azionamento e usura, bidirezionale, tenute EPDM o FKM

#### **Valvole a sfera a passaggio totale**

- Pressione di esercizio massima: 10 bar
- Temperatura esercizio: da -20 °C a +90 °C
- Attacchi filettati: F/F ISO 228

#### **MATERIALI:**

- Corpo ottone
- Manicotto ottone
- Sfera ottone
- Guarnizione sfera PTFE
- Albero ottone
- O-RING NBR
- Rondella antiattrito PTFE
- Bussola ottone
- Dado acciaio
- Leva alluminio

**Valvole a sfera in PVC-C corpo PN10-16**, con filettatura a dente di sega, doppia guarnizione sull'albero e leva ergonomica bloccabile, tenute EPDM o FKM

#### **6.6.15.3 Valvole di ritegno**

##### **Valvole di ritegno a palla PN10**

Valvola di ritegno a sfera mobile per liquami fognari e viscosi: corpo e coperchio di ispezione in ghisa, sfera in alluminio rivestita in elastomero NBR, guarnizione in elastomero NBR, bulloni in acciaio zincato, flangiata e forata a norme UNI EN 1092-1. Pressione massima di esercizio PFA 10 bar.

- Norma progetto EN 1074-3
- Scartamento EN 558-1 Serie 48
- Flange EN 1092-2
- Collaudi EN 12266
- Temperatura esercizio ≤ 80°C



#### MATERIALI:

- Corpo GJL 250 fino a DN125, GJS400 per DN superiori
- Cappello GJL 250 fino a DN125, GJS400 per DN superiori
- Tenuta a corpo ottone
- Sfera alluminio rivestita NBR
- Guarnizione NBR
- Colore blu RAL 5017
- Rivestimento polvere epossidica 3M di colore blu RAL 5015 con sp. min 250 µm

#### Valvola di ritegno a battente

Le valvole saranno di tipo flangiato, con corpo e coperchio in ghisa grigia GG50, sede di tenuta in ottone, guarnizione e coperchio in elastomero "PERBURAN", perno e battente in acciaio inox X20Cr13 con boccole in bronzo, e saranno previste per le seguenti caratteristiche:

- pressione massima di esercizio conforme a quanto indicato in elenco prezzi e negli altri elaborati progettuali;
- esecuzione con manutenzione senza smontaggio del corpo.
- protezione esterna/interna: a base di resine epossidiche del tipo plastico atossico riportato elettrostaticamente con essiccazione in forno avente uno spessore medio di 250 micron.
- flange di collegamento forate e dimensionate secondo ISO PN10 e conformi alle norme UNI 2223, UNI 2234÷2239, UNI ISO 2531 e ISO 7005;
- bulloneria in acciaio inox AISI 304, conforme alle norme UNI 6609, ISO 4014, ISO 4032, EN 24014, EN 24032.

#### Valvola di ritegno a cono

Valvola di ritegno a cono con ridotta perdita di carico e riduzione del rumore, senza molla (per installazione solo verticale) o con molla caricata in acciaio inox (1.4310) o con rivestimento in HALAR (per installazione verticale e orizzontale) tenute EPDM o FKM.

#### 6.6.15.4 Valvole a farfalla ad azionamento pneumatico o elettrico

Le valvole saranno di tipo flangiato, con corpo e disco in ghisa sferoidale GS 400-12, costruite in conformità alle norme UNI 4544-74, collaudate in stabilimento secondo le norme UNI 6884 e DIN 3230, e saranno previste per le seguenti caratteristiche:

- pressione massima di esercizio conforme a quanto indicato in elenco prezzi e negli altri elaborati progettuali
- sede di tenuta in acciaio inox AISI 304, X5CrNi18-10;
- alberi in acciaio inox AISI 420, X30Cr13, conforme a norma UNI 6900-71;



- O-ring e guarnizioni di tenuta sulla farfalla in gomma nitrile acrilica;
- boccola e anello di arresto in bronzo, secondo UNI 7013-72
- riduttore a vite senza fine, tipo "AUMA" o similare;
- protezione esterna/interna: sabbiatura ed applicazione di primer epossidico;
- flange di collegamento forate e dimensionate secondo ISO PN 6 e conformi alle norme UNI 2223, UNI 2234÷2239, UNI ISO 2531 e ISO 7005;
- bulloneria in acciaio inox AISI 304, conforme alle norme UNI 6609, ISO 4014, ISO 4032, EN 24014, EN 24032;
- comando manuale e volantino con predisposizione alla motorizzazione;
- esecuzione della messa a terra delle parti metalliche secondo le norme CEI-ISPESL vigenti.

Valvole pneumatiche a farfalla ad azionamento elettrico, con montaggio flange secondo EN ISO 5211

#### **Valvole pneumatiche a farfalla DN 200**

- valvola tipo wafer, flange DIN EN 1092-1/ASMB D16.5,
- face-to-face: DIN EN 558 serie 20 (K1)
- test pressione: DIN EN 12266-1 leakage rate A
- corpo: EN-GJS-400-15/EN-JS1030 (GGG40)
- disco: acciaio inox
- tenute: NBR
- attuatore: SQ25 - 3x400V50Hz o 230V50Hz-1fase

#### **Valvole pneumatiche a farfalla DN 250**

- valvola tipo wafer, flange DIN EN 1092-1 PN10/16,
- face-to-face: DIN EN 558 serie 20 (K1)
- test pressione: DIN EN 12266-1 leakage rate A
- corpo: EN-GJS-400-15/EN-JS1030 (GGG40)
- disco: acciaio inox
- tenute: NBR
- attuatore: SQ60 - 3x400V50Hz o 230V50Hz-1fase

#### **Valvole pneumatiche a farfalla DN 400**

- valvola tipo wafer, flange DIN EN 1092-1
- face-to-face: DIN EN 558 serie 20 ISO5211
- test pressione: DIN EN 12266-1 leakage rate A
- corpo: EN-GJS-400-18LT/EN-JS1025 (GGG40.3)



- disco: acciaio inox
- tenute: NBR
- attuatore: SQ120 - 3x400V50Hz o 230V50Hz-1 fase

#### **6.6.15.5 Sfiato automatico a tripla funzione**

A grande portata per svuotamento o riempimento condotta e degasaggio in esercizio

- prodotto in stabilimento europeo certificato a norma ISO 9001-UNI EN 29001.
- corpo in ghisa sferoidale 400-15 ISO 1083
- coperchio in acciaio inox AISI 304
- coperchio degasatore in ghisa sferoidale 400-15 ISO 1083
- valvolina di sfiato in ottone
- flangia superiore GS 400-15 ISO 1083
- sede di tenuta in bronzo
- galleggianti, guide-galleggiante, anello guide e sede guarnizione in ABS
- rete di protezione esterna in acciaio inox AISI 304
- viteria di fissaggio in acciaio inox AISI 304 - A2
- guarnizione a labbro in EPDM
- rivestimento interno ed esterno con polveri epossidiche - spessore 250 micron - RAL 5005 per uso alimentare
- Flangia di collegamento forata secondo le norme EN 1092-2 PN 10/16/25 e ISO 7005-2
- Materiali interamente conformi al trasporto di acqua potabile.

#### **6.6.15.6 Sfiato automatico di degasaggio - PFD 25**

Sfiato a singola funzione, che consente di evacuare l'aria che si accumula nei punti alti della condotta durante il normale servizio.

- prodotto in stabilimento europeo certificato a norma ISO 9001-UNI EN 29001.
- corpo in ghisa sferoidale 400-15 ISO 1083
- coperchio in ghisa sferoidale 400-15 ISO 1083
- galleggiante, ugello, dado forato in ABS
- guarnizioni in EPDM
- viteria in acciaio inox AISI 304
- valvolina di sfiato in ottone
- rivestimento interno ed esterno con polveri epossidiche - spessore 250 micron - RAL 5005 per uso alimentare
- attacco filettato ¾" o 1" femmina
- Materiali interamente conformi al trasporto di acqua potabile.

#### **6.6.15.7 Sfiato automatico di degasaggio -- PFA 10-16-25**

Sfiato a singola funzione, che consente di evacuare l'aria che si accumula nei punti alti della condotta durante il normale servizio.

- prodotto in stabilimento europeo certificato a norma ISO 9001-UNI EN 29001.
- corpo in ghisa sferoidale 400-15 ISO 1083
- coperchio in ghisa sferoidale 400-15 ISO 1083
- galleggiante, ugello, dado forato in ABS
- guarnizioni in EPDM
- viteria in acciaio inox AISI 304
- valvolina di sfiato in ottone
- rivestimento interno ed esterno con polveri epossidiche - spessore 250 micron - RAL 5005 per uso alimentare
- Flangia di collegamento forata secondo le norme EN 1092-2 PN 10/16/25 e ISO 7005-2
- Materiali interamente conformi al trasporto di acqua potabile.

#### **6.6.15.8 Idranti**

Gli Idranti saranno completamente prodotti in ghisa sferoidale G20 UNI ISO 185, devono essere provvisti di un cappuccio di protezione degli attacchi di uscita in ghisa sferoidale e avere obbligatoriamente caratteristiche meccaniche dimensionali secondo la norma UNI 14384; dovranno inoltre rispettare le seguenti caratteristiche:

- Idrante antincendio soprasuolo in ghisa sferoidale prodotto in stabilimento europeo certificato a norma UNI EN ISO 9001, reversibile o non reversibile per i DN 80 e 100, reversibile nel DN 150.
- Pressione di Funzionamento Ammissibile (PFA) 16 bar.
- Bocchette di uscita frontali e/o simmetriche in alluminio con attacchi filettati UNI 810 di diametro 45, 70 e 100 mm, disposte in diverse combinazioni a seconda del DN dell'idrante, complete di tappi dotati di catenella.
- Profondità di interrimento 1 m o 1,25 m, distanza dal piano stradale alla generatrice superiore della condotta.
- Corpo di presa, cappellotto, modulo di posizionamento (opzionale nelle versioni non reversibili), corpo inferiore, curva a sedia e scatola livellamento suolo in ghisa sferoidale 400-15 ISO 1083. Corpo di presa rivestito con vernice epossidica poliuretanica rossa; parte interrata rivestita con vernice epossidica blu e modulo di posizionamento con vernice bituminosa.



- Albero di manovra in acciaio inox Z 20 C 13 forgiato a freddo. Otturatore cilindrico in ghisa sferoidale interamente rivestito in elastomero EPDM, con tenuta per compressione su una sede in lega di rame.
- Materiali interamente conformi al trasporto di acqua potabile.
- Scatola dell'otturatore monoblocco, oppure dritta con curva al piede flangiata; flangia verticale di attacco alla rete idrica forata UNI ISO PN 10-16.
- Scatola dell'otturatore e curva al piede rivestiti con vernice epossidica di spessore 150 micron.
- Sistema di svuotamento automatico antigelo costituito da un orifizio ricavato nella sede dell'otturatore e chiuso durante la fase di apertura dall'otturatore stesso.
- Reversibilità ottenuta per mezzo di giunti di rottura in ghisa speciale. Orientabile a 360 gradi senza lavori di scavo.
- Cappellotto di manovra di tipo pentagonale o quadro.
- Marcatura ottenuta per fusione sulla parte superiore dell'idrante di: marchio del produttore, DN, senso e numero di giri di apertura.
- Pressioni di collaudo: 1.1 PFA con otturatore chiuso (18 bar), 1.5 PFA con otturatore aperto (24 bar).

#### 6.6.15.9 Paratoie e panconi

**Diaframmi e panconi:** realizzati in acciaio inox AISI 316/L con mantello in lamiera di spessore adeguato, irrobustito da una serie di traversi tali da trasmettere le spinte idrostatiche alle fiancate laterali. Sulle stesse fiancate laterali dovranno essere posizionati dei pattini di usura realizzati in materiale sintetico a basso coefficiente di attrito. Le tenute potranno essere su tre o quattro lati, a seconda che si tratti di paratoie che prevedano uno sfioro a stramazzo ovvero di paratoie di occlusione, e saranno di tipo stagno, a monte ed a valle, realizzate con profili a bulbo, in gomma neoprenica caratterizzata da una durezza di 60÷70 Shore e da un carico di rottura minimo pari a 150 kg/cmq. Tutta la viteria sarà in acciaio AISI 304.

**Gargami:** saranno realizzati interamente in acciaio inox AISI 316/L in lamiera sagomata, predisposti per eventuale tenuta sui quattro lati e costruiti in un solo pezzo.

**Sistemi di sollevamento:** saranno del tipo a vitone saliente realizzato in acciaio inox AISI 304, filettato TPN, ed opportunamente dimensionato per resistere a carico di punta con coefficiente di sicurezza superiore a 5. Gli azionamenti saranno realizzati mediante gruppo riduttore motorizzabile, del tipo a coppia conica, e saranno completi di coprivoti, madreviti in bronzo, indicatori locali di posizione di tipo meccanico. Dovranno essere caratterizzati dalla possibilità di asportare il gruppo riduttore



lasciando applicato all'organo comandato il gruppo reggispinta, così da consentire l'operabilità dello stesso organo tramite apposito volantino o leva.

Tutte le parti metalliche delle paratoie predisposte per la movimentazione elettrica dovranno essere collegate all'impianto equipotenziale di messa a terra, a norma CEI-ISPESL.

#### **6.6.16 Controtubo (o camicia protettiva) per tubazioni di progetto contenenti prodotti chimici**

Predisposizione di contro-tubo ( o camicia protettiva) per tubazioni in acciaio AISI 316L e tubazioni in PVC-U di progetto, per evitare eventuali perdite di liquido nell'ambiente esterno, per la salvaguardia anche degli operatori che svolgono il servizio di manutenzione.

## 7 SISTEMI DI CAVI E DI TUBI PER LINEE INTERRATE

### 7.1 CAMPO DI APPLICAZIONE

1. Le presenti DTC „Sistemi di cavi e di tubi per linee interrate“ si applicano alla posa di cavi e di tubazioni per cavi nonché alla costruzione ed alla sistemazione di canali per cavi, ivi compresa la costruzione di camerette, pali, quadri e simili facenti parte dell'impianto. Esse si applicano anche alla demolizione delle pavimentazioni nel corso dell'esecuzione di lavori di terra per la costruzione di cavidotti interrati.
2. Le prescrizioni contenute nelle presenti DTC per i lavori di terra, di sostegno di scavi e stradali da eseguire nel corso di lavori per la costruzione di linee elettriche interrate sono integrate da quelle contenute nelle DTC „Lavori di terra“, „Opere di sostegno di scavi“, „Costruzioni stradali – Sovrastrutture stradali senza leganti“, „Costruzioni stradali – Sovrastrutture stradali con leganti idraulici“, „Costruzioni stradali – Sovrastrutture stradali in conglomerato bituminoso“ e „Costruzioni stradali – Pavimentazioni con masselli, cubetti e lastre - Cordoli“. In caso di discordanza prevalgono le prescrizioni delle presenti DTC.
3. Le presenti DTC non si applicano alla posa di tubazioni eseguiti con attrezzature spingitubo (vedi DTC „Opere con la tecnica spingitubo“) nonché alla realizzazione di impianti di conduttore elettrici in aree esterne, che costituiscono parte integrante di impianti per edifici (vedi DTC „Impianti in bassa tensione BT ed in media tensione MT con tensioni nominali fino a 36 kV“).
4. A titolo integrativo sono applicabili le DTC “Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia”, punti da 1.1 a 1.5. In caso di discordanza prevalgono le prescrizioni specifiche delle presenti DTC.

### 7.2 MATERIALI, ELEMENTI COSTRUTTIVI

Ad integrazione di quanto indicato nelle DTC “Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia”, punto 1.2, vale quanto segue:

#### 7.2.1 Generalità

1. Salva indicazione contraria, la fornitura dei cavi, delle tubazioni per cavi e delle componenti dell'impianto non fanno parte delle prestazioni dell'Appaltatore.
2. I materiali forniti dal Committente vengono messi a disposizione scaricati sul luogo di impiego, fatta eccezione per i materiali forniti su ferrovia.
3. Materiali ed elementi rimossi non diventano proprietà dell'Appaltatore.



4. Per i principali materiali ed elementi costruttivi normalizzati vengono citate in particolare le seguenti norme tecniche di riferimento.

### 7.2.2 Tubazioni ed accessori

- CEI EN 61386-1 Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche - Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI EN 50086-2-4 Sistemi di canalizzazione per cavi - Sistemi di tubi - Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati
- CEI EN 61386-21 Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche - Parte 21: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori
- CEI EN 61386-22 Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche - Parte 22: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori
- CEI EN 61386-23 Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche - Parte 23: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori
- UNI EN 12613 Dispositivi di avviso visuali di materia plastica per cavi e tubazioni interrati.

## 7.3 ESECUZIONE

A completamento di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.3, vale quanto segue.

### 7.3.1 Generalità

1. La scelta delle modalità di esecuzione dei lavori nonché il tipo e l'impiego dei mezzi sono riservati all'Appaltatore.
2. Nel corso delle proprie verifiche l'Appaltatore dovrà formulare le proprie obiezioni, in particolare in caso di discordanza tra lo stato di fatto e le condizioni indicate in progetto e, qualora le trincee vengono eseguite da un altro Appaltatore, in caso di inadeguatezza delle trincee per la posa dei cavi, delle tubazioni e delle canalette, ad esempio con carente configurazione del fondo delle trincee o del piano di appoggio per le condotte.
3. Le costruzioni soggette a rischio vanno protette; vale in particolare la norma DIN 4123 „Scavi di pozzi, fondazioni e sottomurazioni nell'ambito di fabbricati esistenti". Per la predisposizione delle misure di protezione e di sicurezza vanno osservate le prescrizioni dei proprietari o di altre persone legittimate. Tali misure costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 6.4.2.1).
4. Qualora vengano ritrovati ostacoli imprevisti, per es. tubazioni, cavi, drenaggi, canali, capisaldi, residui di costruzioni, il committente o i suoi incaricati (Direttore dei Lavori e Coordinatore della Sicurezza) ne dovranno essere informati immediatamente. Le misure da prendere costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 6.4.2.1).

5. In prossimità di alberi, piantagioni ed aree a verde da conservare, i lavori vanno eseguiti con la debita cura.
6. Gli alberi, le piantagioni e le aree a verde soggette a danneggiamento vanno protette secondo le indicazioni della norma DIN 18920 "Tecnica agraria nella sistemazione paesaggistica – Protezione di alberi, piantagioni ed aree a verde durante i lavori di costruzione". Tali misure protettive costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 6.4.2.1.).
7. Qualora impianti esistenti pregiudicano in maniera imprevedibile l'avanzamento dei lavori, si dovranno mettere in opera misure di protezione particolari, nella misura in cui gli impianti in questione non possono essere messi fuori servizio o spostati all'esterno delle zone di lavoro. Le misure da mettere in atto costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 6.4.2.1.).
8. Si dovrà evitare di salire su condotte, cavi, drenaggi o canali sospesi o posati su appoggi isolati o di gravarle in altro modo. Eventuali danni sono da segnalare immediatamente al Committente, al proprietario del manufatto o all'esercente dell'impianto.
9. Scostamenti dalle dimensioni concordate devono essere comunicate tempestivamente al Committente. Eventuali misure da mettere in opera devono essere definite di comune accordo e, nella misura in cui le circostanze non sono imputabili all'Appaltatore, costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 6.4.2.1.).
10. Qualora nel corso dei lavori si verifichi il pericolo di crolli, riflusso del terreno, efflusso di strati, inondazioni, danneggiamenti di costruzioni e simili, l'Appaltatore dovrà mettere in atto immediatamente tutte le misure idonee per evitare danneggiamenti ed informare il Committente. Danni già verificatisi devono essere comunicati tempestivamente al Committente. Le ulteriori misure devono essere definite di comune accordo. Nella misura in cui la circostanza non è imputabile all'Appaltatore, le misure adottate e quelle da adottare costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 6.4.2.1.).

### **7.3.2 Impianto ed esercizio del cantiere, misure di sicurezza**

1. Prima dell'inizio dei lavori dovrà essere constatato e documentato lo stato delle aree, delle pavimentazioni, delle delimitazioni nonché delle costruzioni adiacenti esistenti.
2. Cippi e capisaldi geodetici potranno venire rimossi unicamente con l'espresso accordo del Committente. L'Appaltatore dovrà prendere tutte le misure perché i capisaldi predisposti dal Committente per l'esecuzione dei lavori siano perfettamente ricostruibili dopo un'eventuale rimozione.
3. La vegetazione esistente non potrà essere rimossa in misura eccedente a quella concordata, se non col consenso del committente.

4. Materiali ed elementi nonché la risulta di scavi e demolizioni devono essere depositati in maniera tale, che non possano derivare pericoli per terzi o danni a beni mobili ed immobili. Dovrà essere evitato il deposito di materiali in prossimità delle radici di alberi.
5. Accessi pedonali e carrai ai fondi ed ai terreni devono essere restare agibili per tutta la durata dei lavori; in caso di bisogno dovranno essere predisposti ponti o passaggi provvisori. Le misure da adottare costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 6.4.2.1).

### 7.3.3 Demolizioni

1. Bordi e cordone da attraversare devono essere rimossi con cura prima dell'esecuzione degli scavi e da depositare.
2. Pavimentazioni in conglomerato con leganti idraulici o bituminosi devono essere tagliate con mezzi meccanici lungo bordi rettilinei, paralleli al percorso delle condotte e verticali a cavallo della trincea. Le superfici adiacenti non dovranno subire assestamento o deformazione.
3. Materiali ed elementi ricavati dalla demolizione dovranno essere depositati separatamente, qualora essi possono essere riutilizzati.
4. Pavimentazioni in conglomerato con leganti idraulici o bituminosi, in cubetti o in lastre devono essere rifilate e rimosse dopo la posa in opera dello strato portante senza leganti nella misura in cui le zone adiacenti dello strato portante senza leganti risulteranno smosse; le larghezze minime delle strisce da rimuovere sono indicate nella tabella 1. Prevalgono comunque le prescrizioni dei proprietari o dei gestori delle aree coinvolte.

Tabella 3. Maggiori larghezze da rimuovere e larghezza delle strisce da conservare

N.	Sovrastruttura	Maggiore larghezza rispetto alle trincee per le strisce laterali di pavimentazioni e strati portanti con leganti da rimuovere		Larghezza delle strisce da conservare <sup>2)</sup>
		Profondità ≤ 2 m	Profondità > 2 m	
1		2	3	4
1	Pavimentazioni in asfalto (tappeti d'usura e strati di base)	15 cm	20 cm	≤ 35 cm
2	Pavimentazioni legate idraulic.	15 cm	20 cm	≤ 85 cm
3	Lastre su sottofondo non legato			
3.1	Aree carrabili	larghezza lastra, min. 15 cm	larghezza lastra, min. 20 cm	≤ 40 cm
3.2	Aree pedonali			≤ 20 cm
4	Cubetti o masselli su sottofondo non legato			
4.1	Aree carrabili	larghezza lastra, min. 15 cm	larghezza lastra, min. 20 cm	≤ 40 cm o ≤ 1/2 larghezza arco
4.2	Aree pedonali			≤ 20 cm
5	Lastre su sottofondo non legato			
5.1	Sovrastruttura (lastre su strato	15+15 cm <sup>1)</sup>		≤ 40 cm

	portante legato) – aree carrabili		20+15 cm <sup>1)</sup>	
5.2	Sovrastuttura (lastre su strato portante legato) – Aree pedonali			≤ 20 cm
5.3	Strato portante legato – aree carrabili	15 cm	15 cm	-
5.4	Strato portante legato – aree pedonali			
6	Cubetti e massetti su strato portante legato			
6.1	Sovrastuttura (cubetti su strato portante legato) – aree carrabili	15+15 cm <sup>1)</sup>	20+15 cm <sup>1)</sup>	≤40 cm o ≤½ larghezza arco
6.2	Sovrastuttura (cubetti su strato portante legato) – Aree pedonali			≤ 20 cm
6.3	Strato portante legato – aree carrabili	15 cm	15 cm	-
6.4	Strato portante legato – aree pedonali			

<sup>2)</sup> Le strisce da conservare sono direttamente adiacenti alle strisce da rimuovere larghe 15/20 cm senza distinzione per la larghezza della lastre.

<sup>1)</sup> Lastre, cubetti o massetti sporgenti nella striscia da demolire, devono essere rimossi e nuovamente posati.

Dopo i lavori di rimozione, le strisce laterali degli strati portanti senza leganti dovranno essere ricompattate.

5. Strisce di sovrastuttura tra quella rimossa o rifilata e una delimitazione, un bordo, una pavimentazione di altro tipo ovvero un giunto o una ripresa con larghezza inferiore a quelle indicate in tabella 1 per le strisce da conservare sono da rimuovere e da ripristinare.
6. Qualora viene constatato che le zone da conservare sono smosse su una larghezza maggiore di quella indicata in tabella 1, si dovranno concordare con il Committente le misure da mettere in atto. Nella misura in cui la circostanza non è imputabile all'Appaltatore, le misure adottate e quelle da adottare costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 6.4.2.1).

#### 7.3.4 Scavi in genere e trincee

1. La larghezza minima delle trincee è fissata con 30 cm. Trincee per fasci di cavi devono essere realizzate con sufficiente spazio di lavoro.
2. Condotte, muffole, tubi di protezione e simili messi a nudo devono essere protetti.
3. Si dovrà evitare con cura di smuovere i fondi degli scavi e delle trincee.
4. Prima della posa di cavi, tubi di protezione, canalette per cavi e simili dovrà essere verificata l'idoneità del piano di appoggio. Qualora ne venisse riscontrata l'inidoneità, la circostanza dovrà essere comunicata al Committente. Eventuali misure da mettere in opera, ad esempio creazione del fondo degli scavi a un livello più basso o creazione di ulteriori appoggi, devono

essere definite di comune accordo e, nella misura in cui le circostanze non sono da imputare all'Appaltatore, costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 6.4.2.1).

5. Qualora, nel caso di percorso in pendenza, si rendano necessari particolari provvedimenti di bloccaggio dei conduttori, ad esempio mediante ancoraggi, le misure da mettere in opera devono essere definite di comune accordo. Le misure da adottare costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 6.4.2.1).

### **7.3.5 Posa di cavi e di tubi di protezione, costruzione di sistemi di canalette per cavi**

#### **7.3.5.1 Generalità**

1. Per la posa di cavi e di tubazioni per cavi nonché per la costruzione di sistemi di canali per cavi vengono citate in particolare le seguenti Norme Tecniche di riferimento: le norme tecniche CEI del gruppo 0, 1/25, 3, 11/7, 16, 20, 23, 31, 34, 64, 65, 70, 78, 81, 89, 97, 99, 307, 308 (impianti d'energia), le norme tecniche CEI del gruppo 57, 100, 103, 214, 304, 305, 306 (tecniche dell'informazione) nonché le Norme CEE, che sostituiscono singole norme di questi gruppi e le condizioni tecniche di allacciamento del gestore delle reti.
2. 2 Per il trasporto e la conservazione a deposito di cavi sono applicabili le norme tecniche CEI del gruppo 20.
3. Per la protezione dei conduttori elettrici, per la posa ovvero per l'infilaggio di conduttori di terra o di schermatura nonché per la posa di dispersori di terra valgono le prescrizioni del Committente.

#### **7.3.5.2 Posa di cavi**

1. Per la posa dei cavi si dovrà tenere conto delle forze di trazione e dei raggi di curvatura ammissibili. I cavi dovranno scorrere agevolmente su rulli e in corrispondenza delle deviazioni di percorso si farà ricorso a rulli d'angolo. In caso di posa con mezzi meccanici le forze di tiro dovranno essere registrate.
2. Dovranno essere predisposte adeguate maggiorazioni di lunghezza per la corretta esecuzione dei conduttori e delle connessioni.
3. Le testate dei cavi in corrispondenza di tagli devono essere chiuse con cappucci protettivi termorestringenti o simili.
4. La zona di scavo riservata ai cavi deve essere riempita immediatamente dopo la loro posa.
5. Qualora vengono impiegati aratri di posa, la profondità del cavo deve essere verificata simultaneamente con la posa mediante idonee attrezzature di misura. Le vibrazioni del mezzo non dovranno danneggiare i cavi o le opere esistenti.  
Assieme ai cavi deve essere inserito mediante l'aratro anche il nastro segnalatore.

#### **7.3.5.3 Posa di tubi di protezione per cavi e costruzione di canali per cavi**

1. Non dovranno essere inseriti cavetti o fili di tiro nei tubi di protezione, se non su espressa convenzione contraria.
2. I tubi devono essere posati in maniera tale che le prescrizioni del punto 3.5.2 possano essere rispettate.
3. Le giunzioni tra i tubi devono essere a tenuta di sabbia. La zona della trincea riservata ai cavi deve essere riempita immediatamente dopo la posa delle tubazioni e delle canalette.
4. Tubazioni posate in parallelo o su più strati devono essere mantenuti in posizione mediante distanziatori, disposti in direzione longitudinale ad una distanza di non più di 1,5 m. Le giunzioni devono essere sfalsate di almeno una lunghezza delle muffole tra uno strato e l'altro. La sistemazione del fascio, il riempimento e la costipazione sono da eseguire per strati.
5. Qualora i tubi vengono inseriti in guaine di protezione con diametro maggiore di 160 mm, l'interstizio deve essere chiuso; le tubazioni devono essere bloccate in posizione centrale. Le misure da adottare costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 4.2.1).
6. I terminali delle tubazioni devono essere chiusi prima di ogni interruzione di lavoro.
7. Canali per cavi realizzati con elementi prefabbricati, ad esempio fondelli, pezzi speciali, devono essere posati con giunti ben stretti. Adattamenti non imputabili all'Appaltatore, costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 6.4.2.1).
8. Sistemi di tubazioni devono essere puliti e calibrati dopo l'ultimazione dei lavori.

#### **7.3.5.4 Infilaggio dei cavi**

1. La posa preventiva di ausili di tiro è ammessa solo con canali di calcestruzzo prefabbricato.
2. Prima dell'inizio delle operazioni di infilaggio mediante trazione o ad aria si dovrà verificare mediante calibratura che il cavidotto da occupare è libero su tutta la lunghezza. Un tratto è da considerare calibrato, se il calibro passa una volta liberamente il tratto stesso.
3. Durante l'infilaggio dei cavi non dovranno essere superati gli sforzi di tiro ammessi. Il danneggiamento dei cavi dotti deve essere evitato con ausili idonei, ad esempio imbuti. Potranno essere impiegati solo i lubrificanti concordati con il Committente. Le operazioni di posa ad aria devono essere protocollate, il controllo dell'infilaggio in trazione con mezzi meccanici deve essere documentato.
4. Le tratte di cavidotti devono essere tappate a tenuta dopo l'infilaggio dei cavi.

#### **7.3.6 Rimozione di cavi**

1. Cavi da rimuovere e da sfilare devono essere messi fuori servizio e contrassegnati come predisposti alla rimozione. I cavi devono essere rimossi senza tagli.



2. Qualora il cavo deve essere riutilizzato, valgono le prescrizioni dei punti 3.5.2.1 e 3.5.4.4 per quanto applicabili.
3. Le tratte di cavidotti devono essere tappate a tenuta dopo lo sfilamento dei cavi.

#### **7.3.7 Entrate di cavi e di tubazioni negli edifici**

1. Per le entrate di cavi e di tubazioni si dovranno utilizzare i fori ed i passaggi appositamente predisposti.
2. Le entrate di cavi e di tubazioni negli edifici devono essere a tenuta di liquidi e di gas.
3. I fori passanti nelle costruzioni devono essere realizzati mediante carotaggio.

#### **7.3.8 Stesa e compattazione del terreno**

Si potrà dare inizio al riempimento delle trincee per cavi solo quando le connessioni dei cavi e delle tubazioni nonché gli appoggi possono venire gravati con la pressione del suolo e le altre azioni che possono insorgere durante il riempimento.

### **7.4 PRESTAZIONI ACCESSORIE, PRESTAZIONI PARTICOLARI**

#### **7.4.1 Prestazioni accessorie**

Prestazioni accessorie, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.4.1, sono in particolare:

1. Verifica dello stato delle strade, della superficie del terreno e delle costruzioni esistenti nella zona dei lavori.
2. Rimozione di arbusti ed alberi isolati con diametro non superiore a 0,1 m, misurato a 1 m di altezza dal suolo, con radici e ceppi, nonché di massi isolati, blocchi e residui di murature con volume fino a 0,3 m<sup>3</sup>, per la predisposizione del piano di lavoro.
3. Pulizia dei punti di connessione con cavi, tubazioni e canalette esistenti nonché di pozzetti, camerette e simili.
4. Calibratura e pulizia dei sistemi di tubazioni per cavi predisposti dall'Appaltatore.

#### **7.4.2 Prestazioni particolari**

Prestazioni particolari, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.4.2, sono per esempio:

1. Prestazioni connesse con le misure indicate ai punti 6.3.1.3, 6.3.1.4, 6.3.1.6, 6.3.1.7, 6.3.1.9, 6.3.1.10, 6.3.2.5, 6.3.3.6, 6.3.4.4, 6.3.4.5, 6.3.5.3.5 e 6.3.5.3.7.
2. Verifiche dello stato di fatto eccedenti le prestazioni indicate al punto 6.4.1.1.
3. Rimozione di arbusti ed alberi isolati, fatta eccezione per le prestazioni indicate al punto 6.4.1.2.



4. Predisposizione di aree di deposito e di parcheggio su fondi di proprietà di terzi.
5. Eliminazione e conferimento a discarica di materiali e manufatti non riutilizzabili, nella misura in cui la loro carente qualità non sia imputabile all'Appaltatore.
6. Smontaggio e ripristino di recinzioni, arredi urbani, pali, equipaggiamenti per il traffico e simili nonché tutte le misure di protezione connesse.
7. Trasporti connessi con la resa di materiali e manufatti non utilizzati, messi a disposizione dal Committente ovvero rimossi in cantiere e di proprietà del Committente.
8. Protezione di scarpate e di superfici, ad esempio con teli.
9. Pulizia di materiali e manufatti insudiciati, messi a disposizione dal Committente, nella misura in cui l'insudiciamento non sia imputabile all'Appaltatore.
10. Corresponsione di diritti ed imposte per i per messi e le concessioni pubbliche nonché per i collaudi e le verifiche prescritte.
11. Predisposizione, nolo e rimozione di barriere e pavimentazioni per favorire il traffico pubblico e dei confinanti, in particolare a seguito di ordinanze delle autorità competenti.
12. Calibratura e pulizia dei sistemi di tubazioni per cavi esistenti.
13. Sgombero della neve e smussamento di superfici ghiacciate per il mantenimento del traffico.
14. Rilievo dei rami delle condutture, predisposizione dei disegni dello stato di fatto, montaggio di cartelli indicatori ed applicazione di contrassegni lungo le linee.

## 7.5 CONTABILIZZAZIONE

Ad integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 5, vale quanto segue:

### 7.5.1 Generalità

1. Le quantità delle demolizioni vanno rilevate in sito in base alle superfici o ai volumi delle pavimentazioni o dei manufatti non ancora smossi.
2. Le quantità dei riporti vanno rilevati sulle opere finite secondo profilo e compattate.

### 7.5.2 Per opere da contabilizzare a volume (m³)

1. Per la contabilizzazione dello scavo e del riempimento sarà considerata la sezione tipo di progetto e la lunghezza misurata lungo l'asse della condotta. Nei tratti con più di una condotta, sarà considerata la lunghezza di quella più lunga. Allarghi degli scavi oltre alla sezione tipo saranno considerate secondo le misure rilevate in sito solo se richiesti dal Committente ovvero se necessari per il buon esito dei lavori.



### 7.5.3 Per opere da contabilizzare a lunghezza (m)

1. Per la contabilizzazione delle trincee e del riempimento sarà considerata la lunghezza misurata lungo l'asse della condotta. Nei tratti con più di una condotta, sarà considerata la lunghezza di quella più lunga.
2. La lunghezza sarà misurata lungo l'asse dei manufatti; non verranno portati in detrazione fughe, connessioni, pezzi speciali e simili.
3. I cavi saranno misurati secondo il loro sviluppo effettivo, comprensivo delle maggiorazioni occorrenti per riserve o connessioni.

### 7.5.4 Per opere da contabilizzare a superficie (m<sup>2</sup>)

1. Vuoti o elementi incorporati con superficie singola fino a 1 m<sup>2</sup> non saranno portati in detrazione. Qualora il vuoto o l'elemento incorporato interessi superfici adiacenti da contabilizzare distintamente, per la determinazione delle detrazioni da operare, si terrà conto della rispettiva quota di pertinenza del vuoto o dell'elemento incorporato.
2. Non saranno portate in detrazione le fughe. Rotaie o guide non saranno portate in detrazione solo se su ambedue i lati delle stesse viene posato lo stesso tipo di pavimentazione.
3. Superfici isolate fino a 0,50 m<sup>2</sup> saranno considerate pari a 0,50 m<sup>2</sup>.

### 7.5.5 Per opere da contabilizzare a massa (kg, t)

Per opere da contabilizzare a massa (kg, t), questa verrà determinata mediante pesatura. Faranno fede i verbali di pesatura verificati dal Direttore dei Lavori.

## 8 LAVORI DI PERFORAZIONE

---

### 8.1 CAMPO DI APPLICAZIONE

1. Le presenti DTC "Lavori di perforazione" si applicano a perforazioni di qualsiasi tipo e inclinazione nel terreno, in roccia e in materiale di riporto ed in particolare a
  - a. lavori geognostici e di indagine nel sottosuolo, lavori per la captazione e lo scarico d'acqua, per l'abbassamento della falda acquifera, per il drenaggio delle acque, per lo smaltimento dei gas nonché per la captazione di energia geotermica,
  - b. lavori di iniezione, pali trivellati e infissi, paratie di pali trivellati, di sostegno di pareti di scavo e di diaframmi impermeabili,
  - c. montaggio di elementi di sostegno, di ancoraggi, di sonde e di apparecchi di misura.
2. Le DTC "Lavori di perforazione" si applicano anche alle perforazioni in siti contaminati secondo il punto 7.1.1.
3. Le DTC "Lavori di perforazione" si applicano anche all'alesaggio di pozzi esistenti da demolire.
4. Le DTC "Lavori di perforazione" non si applicano a
  - a. rivestimento dei fori,
  - b. lavori con spingitubo.
5. A titolo integrativo sono applicabili le DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punti da 1.1 a 1.5. In caso di discordanza prevalgono le prescrizioni specifiche delle presenti DTC.

### 8.2 MATERIALI, ELEMENTI COSTRUTTIVI; TERRENI E ROCCE

Ad integrazione di quanto indicato nelle "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.2, vale quanto segue:

#### 8.2.1 Generalità

Il materiale di risulta della perforazione non rimane di proprietà dell'appaltatore.

#### 8.2.2 Descrizione dei terreni e dell'ammasso roccioso

Per l'identificazione e la descrizione dei terreni e dell'ammasso roccioso si applicano in particolare le seguenti norme:

- D.M.LL.PP. 11 marzo 1988

- Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione
- Circ. M.LL.PP. n. 30483 del 24 settembre 1988
- Legge 2 febbraio 1974 art. 1 - D.M. 11 marzo 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione
- D.M. Infrastrutture e Trasporti 17 gennaio 2018 Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni
- D.M. Infrastrutture e trasporti 31 Luglio 2012 Approvazione delle Appendici nazionali recanti i parametri tecnici per l'applicazione degli Eurocodici
- UNI EN 1536 Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) — Bohrpfähle
- UNI EN 1926 Prüfverfahren von Naturstein — Bestimmung der Druckfestigkeit
- DIN EN 1997-1 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali
- DIN EN 1997-2 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo
- UNI EN ISO 14688-1 Indagini e prove geotecniche – Identificazione e classificazione dei terreni – Identificazione e descrizione
- UNI EN ISO 14688-2 Indagini e prove geotecniche – Identificazione e classificazione dei terreni – Parte 2: Principi per una classificazione
- UNI EN ISO 14689-1 Indagini e prove geotecniche – Identificazione e classificazione delle rocce – Identificazione e descrizione
- DIN EN ISO 22475-1 Indagini e prove geotecniche – Tipi di indagine e di prelievo di campioni e misurazioni delle acque sotterranee – Parte 1: Principi tecnici per l'esecuzione
- DIN 18196 Opere in terra - Classificazione del terreno di costruzione

### 8.2.3 Classificazione dei terreni e dell'ammasso roccioso

I terreni e l'ammasso roccioso vengono classificati in base alle caratteristiche rilevanti ai fini della perforazione nelle seguenti classi:

#### 8.2.3.1 Terreni sciolti

1. Classe LN: terreno sciolto incoerente (principali componenti: sabbia, ghiaia), dimensione dei grani  $\leq 63$  mm.
2. Classe LB: terreno sciolto coerente (principali componenti: limo, argilla, ovvero sabbia, ghiaia con elevate quantità di limo, argilla), dimensione dei grani  $\leq 63$  mm.
3. Classe LO: terreni organici

#### 4. Classi aggiuntive S

Nel caso di presenza di ciottoli e massi nel materiale sciolto (dimensione dei grani superiore a 63 mm), questo viene classificato in funzione delle dimensioni e della quantità dei componenti fino a 630 mm oltre che secondo i punti da 2.3.1.1 a 2.3.1.3. Massi con dimensioni superiore a 630 mm vengono indicati a parte in base a dimensione e quantità.

Percentuale in peso di ciottoli e massi	Classi aggiuntive per dimensione di ciottoli e massi 63 fino a 630 mm
fino a 30%	S1
oltre 30%	S2

#### 8.2.3.2 Ammasso roccioso stabile e terreni con caratteristiche simili

Classe F: ammasso roccioso stabile

Resistenza a compressione monoassiale MPa	Classi dell'ammasso roccioso stabile	
	Distanza dei piani di discontinuità ordine di dm	ordine di cm
fino a 5	FD1	FZ1
da 5 a 50	FD2	FZ2
da 50 a 100	FD3	FZ3
oltre 100	FD4	FZ4

#### 8.2.4 Descrizione e classificazione di riporti e riempimenti

I materiali vengono, quando possibile, descritti secondo il punto 7.2.2 e classificati secondo il punto 7.2.3. Altrimenti i materiali vengono dettagliatamente descritti con riferimento ai lavori di perforazione, ad esempio con indicazione della resistenza a compressione, del tipo e della granulometria della pietra, contenuto di armatura per il calcestruzzo.

### 8.3 ESECUZIONE

A completamento di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 3, vale quanto segue:

#### 8.3.1 Posizione delle perforazioni

1. Prima dell'inizio dei lavori l'appaltatore deve ricevere dal committente indicazioni su Posizione e quota dei punti di attacco. Se necessario al rilievo degli strati del terreno, del livello piezometrico e della profondità di perforazione, l'appaltatore dovrà predisporre dei punti quotati in corrispondenza del punto di perforazione. La posizione dei fori e la quota dei punti di attacco vanno riportate in planimetria.

2. Nel corso delle proprie verifiche l'Appaltatore dovrà formulare le proprie obiezioni in particolare nei seguenti casi:
  - a. scostamento dell'area di lavoro per le perforazioni dalle indicazioni di progetto,
  - b. scostamento delle proprietà del terreno dalle indicazioni di progetto.
3. In prossimità di costruzioni, condotte, cavi, drenaggi e canali i lavori devono essere eseguiti con la dovuta circospezione.

### 8.3.2 Metodi di perforazione, macchinari di perforazione

1. Nel caso di pozzi esplorativi il metodo di perforazione e i campionatori devono soddisfare i requisiti indicati dalla norma UNI EN ISO 22475-1 "Indagini e prove geotecniche – Tipi di indagine e di prelievo di campioni e misurazioni delle acque sotterranee – Parte 1: Principi tecnici per l'esecuzione".
2. In tutti gli altri casi la scelta del metodo di perforazione e delle modalità di esecuzione dei lavori, nonché la scelta e l'uso delle macchine di perforazione spetta all'appaltatore.
3. Il regolare smaltimento dei fluidi di perforazione contenenti additivi va documentato quando richiesto dal committente.
4. Nel caso il terreno rifluisca o frani all'interno del foro (instabilità del foro) si dovrà perforare stabilizzando il foro con un carico idrostatico. Gli interventi necessari, come p.es. spurgo del foro, uso di tubi di rivestimento, vanno stabiliti di comune accordo. Queste misure sono considerate prestazioni particolari (vedi punto 7.4.2.1).
5. Se durante l'esecuzione di pali trivellati in calcestruzzo si verificasse un abbassamento del livello d'acqua all'interno di un foro bisogna attenersi alle raccomandazioni della norma DIN EN 1536 "Esecuzione di lavori geotecnici speciali – Pali trivellati".

### 8.3.3 Individuazione dei risultati dei sondaggi

1. Nel caso di perforazioni esplorative sono da prelevare, da contrassegnare, da trattare e da conservare campioni e, se concordato, prove speciali secondo le indicazioni della norma UNI EN ISO 22475-1, nonché va elaborato un profilo stratigrafico secondo le norme UNI EN ISO 14688-1, UNI EN ISO 14688-2, UNI EN 14689-1, UNI EN ISO 22475-1 "Indagini e prove geotecniche". Nel caso di perforazioni di altro tipo l'esecuzione di prove e l'elaborazione di profili stratigrafici sono considerate prestazioni particolari (vedi punto 7.4.2.1).
2. Gli elaborati grafici devono essere realizzati in conformità alla norma DIN 4023 "Perforazioni nel terreno e in acqua – Rappresentazione grafica dei risultati"; la loro fornitura è considerata una prestazione particolare (vedi punto 7.4.2.1).
3. Eventi straordinari, p.es. riguardanti la natura e il colore del terreno, l'odore o il colore dell'acqua, rifluimenti di acqua o di materiale, fuoriuscita in superficie d'acqua, notevole

abbassamento della falda, venute di gas, cavità nel terreno sono da monitorare, da comunicare tempestivamente al committente e da riportare nel eventuale profilo stratigrafico che va fornito. L'appaltatore deve provvedere immediatamente alla messa in sicurezza. Gli ulteriori interventi sono da stabilire di comune accordo. Le misure adottate e quelle successive sono considerate prestazioni particolari (vedi punto 7.4.2.1).

4. La profondità finale delle perforazioni viene stabilita dal committente.

#### **8.3.4 Impedimenti**

1. Se a causa delle condizioni locali si prevede la presenza nel terreno di ostacoli, come p.es. tubazioni, cavi, drenaggi, canali, marcature, resti di costruzioni, va accertato con sondaggi che questi non interferiscano con le operazioni di perforazione. Le misure necessarie, come p.es. i fori e gli scavi esplorativi sono considerate prestazioni particolari (vedi punto 7.4.2.1).
2. Nel caso vengano trovati ostacoli impreveduti, come p.es. tubazioni, cavi, drenaggi, canali, marcature, resti e parti di costruzioni, rifiuti, trovanti, o nel caso il rivestimento o l'attrezzatura di perforazione rimangano bloccati nel terreno o ancora nel caso l'asse di perforazione si discosti dall'asse di progetto, questo va comunicato immediatamente al committente. Questi indicherà se e come rimuovere o assicurare l'ostacolo o se la perforazione vada sospesa o spostata. L'uso di esplosivi richiede l'approvazione del committente. Le misure da adottare rientrano nelle prestazioni particolari (vedi punto 7.4.2.1).
3. Nelle vicinanze di costruzioni, condotte, cavi, drenaggi e canali, i lavori vanno eseguiti adottando i necessari accorgimenti.
4. Opere che potrebbero essere danneggiate vanno protette in osservanza alle raccomandazioni della norma DIN 4123 "Scavi, fondazioni e sottofondazioni in zone con edifici". Per le misure di sicurezza e di protezione da adottare ci si deve attenere alle prescrizioni dei proprietari o di altre persone autorizzate. Tali interventi rientrano nelle prestazioni particolari (vedi punto 7.4.2.1).
5. Qualora si possa ragionevolmente ritenere che gli ostacoli consistano di residui bellici o di armi, i lavori sono da sospendere immediatamente e si dovrà informare della circostanza il Committente e le autorità competenti. L'Appaltatore dovrà mettere in opera senza indugio le misure di protezione occorrenti. Tali misure costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 7.4.2.1).

#### **8.3.5 Rimozione delle incamiciature o rivestimenti del foro**

I tubi di rivestimento del foro vanno estratti una volta completato il foro. Nel caso non sia possibile estrarre i tubi di rivestimento, l'appaltatore deve informare immediatamente il committente. Le misure da adottare rientrano nelle prestazioni particolari (vedi punto 7.4.2.1).

### 8.3.6 Riempimento del foro

I fori di perforazione sono da richiudere con materiale adatto, possibilmente utilizzando i detriti di perforazione; nel caso di fori rivestiti il riempimento va eseguito contemporaneamente all'estrazione dei tubi di rivestimento. Particolari requisiti riguardanti l'intasamento o il materiale di riempimento sono considerate prestazioni particolari (vedi punto 7.4.2.1).

## 8.4 PRESTAZIONI ACCESSORIE, PRESTAZIONI PARTICOLARI

### 8.4.1 Prestazioni accessorie

Prestazioni accessorie, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.4.1, sono in particolare:

1. Taglio di cespugli e di alberi isolati fino ad un diametro di 0,1 m, misurato a 1 m da terra, comprese le radici e i ceppi, nonché la rimozione di massi o resti di muri isolati fino ad un volume di 0,03 m<sup>3</sup>, necessari alla realizzazione di un piano di lavoro, quando non siano da eseguire ulteriori lavori in terra.
2. Messa a disposizione, riempimento e catalogazione dei contenitori per i campioni di terreno, di acqua, di gas, non contaminati con sostanze inquinanti.
3. Rilievo dello stato di fatto di strade, superficie di terreni, corsi d'acqua, ecc.
4. Spostamento delle attrezzature per la perforazione da un foro all'altro, escluse le prestazioni di cui al punto 7.4.2.2.
5. Smaltimento dei fluidi di perforazione contenenti additivi, il cui impiego non sia stato richiesto dal committente. Al Committente deve essere fornita prova del corretto smaltimento.

### 8.4.2 Prestazioni particolari

Prestazioni particolari, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.4.2, sono per esempio:

1. Prestazioni secondo i punti 7.3.2.4, 7.3.3.1, 7.3.3.2, 7.3.3.3, 7.3.4.1, 7.3.4.2, 7.3.4.4, 7.3.5 e 7.3.6.
2. Misure particolari per la constatazione dello stato delle costruzioni, delle opere stradali e delle infrastrutture prima dell'inizio dei lavori di perforazione, ad esempio mediante perizie asseverate, ispezioni mediante telecamera mobile, verifiche di portanza e di stabilità.
3. Predisposizione e rimozione del piano di lavoro per le perforazioni, qualora non siano sufficienti le misure indicate al punto 7.4.1.1.
4. Eliminazione di cespugli e di alberi, pietre, blocchi e di resti di costruzioni, fatta eccezione per le misure indicate al punto 7.4.1.1.
5. Indagini e misure di protezione connesse con la presenza ipotizzata o certa di mezzi bellici.

6. Spostamento delle attrezzature per la perforazione da un foro all'altro e loro smontaggio per motivi non imputabili all'appaltatore.
7. Montaggio, messa a disposizione e rimozione di barriere antirumore e di protezioni contro eventuali proiezioni di materiale.
8. Prelievo di campioni di gas, determinazione del tipo, della quantità e della pressione del gas.
9. Messa a disposizione, riempimento e catalogazione dei contenitori per i campioni di terreno, di acqua, di gas contaminati con sostanze inquinanti.
10. Fornitura dei contenitori per i campioni di terreno, d'acqua, di gas.
11. Imballaggio e trasporto dei campioni.
12. Misure del livello piezometrico di pozzi e corsi d'acqua vicini, nonché continue misurazioni in foro.
13. Scavo nel materiale di demolizione e allontanamento del materiale di risulta.
14. Demolizione e rifacimento di superfici pavimentate.
15. Abbandono temporaneo o definitivo di tubi di rivestimento nel terreno e messa a disposizione di particolari tubi e filtri per indagini in foro.
16. Allontanamento dei detriti di perforazione in esubero, escluse le prestazioni di cui al punto 7.4.1.5.
17. Smaltimento dei fluidi di perforazione contenenti additivi, il cui impiego è stato richiesto dal committente. Al Committente deve essere fornita prova del corretto smaltimento.
18. Adeguamento dei fluidi di perforazione alle caratteristiche del terreno, quando queste si discostano da quanto previsto nel progetto.
19. Smaltimento del terreno mescolato con i fluidi di sostegno, nel caso la stabilizzazione con fluidi del foro sia stata richiesta dal committente.
20. Provvedimenti a foro aperto per l'esecuzione di misurazioni ed indagini.

## 8.5 CONTABILIZZAZIONE

Ad integrazione di quanto indicato nelle "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.5, vale quanto segue.

1. Perforazioni, che devono essere abbandonate, e tubi di rivestimento comprensivi delle giunzioni che rimangono nel terreno (causa l'impossibilità di estrarli), vengono contabilizzati come prestazioni eseguite, a condizione che la causa non sia imputabile all'appaltatore.
2. La lunghezza di perforazione viene calcolata dal punto di attacco di progetto fino alla profondità stabilita.
3. La lunghezza delle dime di attacco per paratie di pali trivellati viene misurata lungo l'asse della paratia.



etc@

GRUPPO  CAP

  
francesca  
OGGIONI  
progetto verde

## 9 OPERE DI SOSTEGNO DI SCAVI

---

### 9.1 CAMPO DI APPLICAZIONE

1. Le presenti DTC „Opere di sostegno di scavi“ si applicano ai lavori di messa in sicurezza con opere di sostegno provvisorie o definitive di salti di quota del terreno e di rive nonché di scavi, trincee e simili.
2. Le DTC „Opere di sostegno di scavi“ non si applicano a
  - a. lavori in terra connessi con l'esecuzione di opere di sostegno (vedi DTC „Lavori in terra“),
  - b. i lavori di infissione di pali mediante percussione, vibrazione o pressione per la costruzione di pareti con profilati, pali o palancole (vedi DTC „Lavori di perforazione“ e DTC „Pali e palancole infissi mediante percussione, vibrazione o pressione“) e per i lavori in calcestruzzo eseguiti in concomitanza (vedi DTC „Opere in calcestruzzo“),
  - c. le perforazioni da eseguire in concomitanza con la realizzazione di ancoraggi (vedi DTC „Lavori di perforazione“;
  - d. misure di sostegno di cavità sotterranee,
  - e. realizzazione di trincee con fluidi di supporto,
  - f. costruzione di elementi di calcestruzzo riportato mediante proiezione,
  - g. opere di sostegno con tecniche naturalistiche,
  - h. consolidazione del terreno mediante procedimenti d'iniezione ad alta pressione,
  - i. consolidazione del terreno mediante congelamento ovvero mediante stabilizzazioni profonde.
3. A titolo integrativo si applicano le DTC „Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia“, punto da 1.1 a 1.5. In caso di discordanza si applicano le prescrizioni specifiche delle presenti.

### 9.2 MATERIALI, ELEMENTI COSTRUTTIVI

Ad integrazione di quanto indicato nelle “Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia“, punto 1.2, vale quanto segue.

1. Per i principali materiali ed elementi costruttivi normalizzati vengono citate in particolare le seguenti norme tecniche di riferimento.
  - Decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti del 17 gennaio 2018 Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni

- D.M. Infrastrutture e trasporti 31 Luglio 2012 Approvazione delle Appendici nazionali recanti i parametri tecnici per l'applicazione degli Eurocodici
  - UNI EN 1997-1 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali
  - UNI EN 1536: Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Pali trivellati
  - UNI EN 1537: Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Tiranti di ancoraggio
  - UNI EN 1538 Esecuzione di lavori geotecnici speciali – Diaframmi
  - Norme delle serie UNI EN 10248 [1 e 2] Palancole laminate a caldo di acciai non legati
  - Norme delle serie UNI EN 10249 [1 e 2] Palancole profilate a freddo di acciai non legati
  - UNI EN 12063 Esecuzione di lavori geotecnici speciali – Palancole
  - UNI EN 12715 Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Iniezioni
  - UNI EN 12716 Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Getti per iniezione (jet grouting)
  - Norme delle serie UNI EN 13331 [1 e 2] Sistemi di puntellazione per scavi
  - UNI EN 14199: Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Micropali
  - UNI EN 14490 Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Chiodature del terreno (soil nailing).
2. I materiali e gli elementi descrittivi devono rispondere ai requisiti secondo le norme DIN 4124 "Scavi di fondazione e trincee – Scaricate, strutture di sostegno, larghezza delle aree di lavoro", UNI EN 13331-1 "Sistemi di puntellazione per scavi - Parte 1: Specifiche di prodotto" ed UNI EN 14653-1 "Sistemi di puntellazione a funzionamento idraulico manuale per il sostegno delle pareti nei lavori di scavo - Parte 1: Specifiche di prodotto".
3. Descrizione del terreno e della roccia
- Per la descrizione dei terreni e delle rocce nonché di materiali di altro genere si applicano le prescrizioni contenute della DTC "Lavori in terra".

### 9.3 ESECUZIONE

A completamento di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.3, vale quanto segue:

#### 9.3.1 Generalità

1. Per l'esecuzione delle opere di sostegno si applicano le norme DIN 4124 „Scavi di fondazione e trincee – Scaricate, strutture di sostegno, larghezza delle aree di lavoro”, UNI EN 13331-1 „Sistemi di puntellazione per scavi – Parte 1: Specifiche di prodotto” e UNI EN 14653-1 „Sistemi di puntellazione a funzionamento idraulico manuale per il sostegno delle pareti nei lavori di scavo – Parte 1: Specifiche di prodotto”.
2. La scelta delle procedure operative dei lavori spetta all'appaltatore.

3. La realizzazione di opere di sostegno di scavi potrà essere iniziata solo dopo la avvenuta conferma che le disposizioni vigenti sul sito in materia di reperimento e, se del caso, di bonifica da ordigni bellici sono state rispettate.
4. L'Appaltatore dovrà formulare le proprie obiezioni in particolare nei seguenti casi:
  - a. discordanza della situazione effettiva e degli elementi di puntellazione esistenti dalle indicazioni ricevute,
  - b. discordanza delle proprietà del sottosuolo dalle indicazioni ricevute,
  - c. discordanza dell'impermeabilità all'acqua del sottosuolo dalle indicazioni ricevute,
  - d. discordanza del piano di lavoro dalle indicazioni ricevute, sia con riferimento alla messa in opera degli elementi di puntellazione degli scavi che alla loro rimozione,
  - e. spazio di lavoro non conforme alle norme e tecnicamente inadeguato,
  - f. mancanza di punti di riferimento,
  - g. danneggiamento degli elementi di puntellazione degli scavi,
  - h. mancata considerazione delle tolleranze ammesse e delle deformazioni per la progettazione esecutiva di dettaglio,
5. Nel caso di rinvenimento di cavità o ostacoli imprevisti, come condotte, capisaldi e marcature, resti di costruzioni preesistenti, massi o radici, se ne informerà immediatamente il committente. Gli interventi che risulteranno necessari sono da definire di comune accordo e costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 8.4.2.1).  
Qualora si debba ragionevolmente supporre che gli ostacoli siano costituiti da ordigni bellici, l'appaltatore dovrà immediatamente sospendere i lavori nonché informare l'autorità competente ed il committente. Egli dovrà inoltre mettere in opera senza indugio le misure di sicurezza del caso. Le prestazioni fornite per le misure di sicurezza costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 8.4.2.1).

### 9.3.2 Realizzazione della struttura di sostegno

#### 9.3.2.1 Tolleranze

1. Nella misura in cui, anche per elementi singoli, nelle norme UNI EN 1536, UNI EN 1537, UNI EN 1538, UNI EN 12063 und UNI EN 12716 non siano contenute prescrizioni discordanti, vale una tolleranza per l'inclinazione di 1% rispetto alla verticale. In aggiunta a tale tolleranza viene ammesso uno scostamento in pianta di 50 mm per il punto di attacco. Per la quota del lato superiore della struttura è ammesso uno scartamento di 20 cm verso l'alto.
2. Scostamenti a seguito di deformazioni dovute ai carichi o proprie del sistema costruttivo nonché alle tolleranze dimensionali degli elementi costruttivi non sono considerate per i valori delle tolleranze secondo il punto 8.3.2.1.1.

#### **9.3.2.2 Paratie in pali trivellati**

1. Per la costruzione di paratie in pali trivellati si applica la norma UNI EN 1536 in concomitanza con la DTC "Opere in calcestruzzo".
2. Le perforazioni per diaframmi a pali secanti devono essere eseguite con guide o dime da rimuovere dopo i lavori di perforazione.
3. Qualora l'appaltatore scelga di impiegare una sospensione di sostegno, egli dovrà smaltire il fluido a norma di legge e fornirne la prova al committente.

#### **9.3.2.3 Paratie berlinesi e paratie discontinue**

Fa parte delle prestazioni per l'inserimento del manto tra gli elementi strutturali verticali la rifilatura tra la faccia anteriore e quella posteriore degli elementi del manto nonché, se del caso, il riempimento a tergo del manto stesso per la trasmissione delle forze incidenti.

#### **9.3.2.4 Ancoraggi**

1. Per la realizzazione e le prove sugli ancoraggi iniettati vale la norma UNI EN 1537.
2. La scelta della tipologia e dell'esecuzione delle testate d'ancoraggio spetta all'appaltatore.
3. Per la costruzione di pali iniettati valgono le norme UNI EN 1997-1 e UNI EN 14199.

#### **9.3.2.5 Rinforzi e cordoli**

Rinforzi e cordoli devono essere in grado di trasmettere le forze alle restanti strutture.

#### **9.3.3 Messa a disposizione della struttura di sostegno**

1. Qualora la struttura di sostegno debba essere messa a disposizione, gli elementi che l'appaltatore deve mettere a disposizione restano di sua proprietà.
2. Durante il tempo di messa a disposizione, le strutture di sostegno danneggiate dovranno essere riparate da parte dell'appaltatore. Le prestazioni occorrenti sono da definire di comune accordo.

#### **9.3.4 Rimozione della struttura di sostegno**

1. Ancoraggi ed elementi incorporati nel calcestruzzo vengono abbandonati nel sottosuolo. Qualora gli ancoraggi debbano essere svincolati o rimossi, le prestazioni occorrenti costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 8.4.2.1).
2. La rimozione del manto deve essere eseguita in concomitanza con il riempimento dello spazio di lavoro; le prestazioni occorrenti costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 8.4.2.1).
3. Qualora non fosse possibile rimuovere la struttura di sostegno secondo prescrizione, se ne darà immediatamente notizia al committente. Nella misura in cui la circostanza non sia imputabile

all'appaltatore, le prestazioni occorrenti costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 8.4.2.1).

## **9.4 PRESTAZIONI ACCESSORIE, PRESTAZIONI PARTICOLARI**

### **9.4.1 Prestazioni accessorie**

Prestazioni accessorie, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 4.1, sono in particolare:

1. Rilievo dello stato di fatto di strade, della superficie del terreno, dei collettori e simili.
2. Manutenzione e conservazione in buono stato delle aree di lavoro.
3. Spostamento di elementi strutturali per esigenze proprie dell'appaltatore.
4. Prima messa in tensione e bloccaggio degli ancoraggi, con tutte le verifiche e prove nel caso di ancoraggi iniettati.

### **9.4.2 Prestazioni particolari**

Prestazioni particolari, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.4.2, sono per esempio:

1. Prestazioni secondo i punti 3.1.5, 3.4.1, 3.4.2 e 3.4.3.
2. Prestazioni per l'accertamento dello stato delle costruzioni, ivi comprese le strade, nonché delle infrastrutture e simili, eccedenti quelle previste al punto 8.4.1.1, ad esempio predisposizione di indagini peritali, ispezioni televisive, indagini geomeccaniche.
3. Apprestamento, pavimentazione, consolidamento e rimozione del piano di lavoro, delle postazioni di parcheggio e di deposito nonché degli accessi, ponti, puntellamenti di solai e simili sulle aree messe a disposizione dal committente.
4. Realizzazione di raccordi e di giunzioni con costruzioni adiacenti.
5. Ritensionamento degli ancoraggi.
6. Adattamento dei sistemi di puntellazione per scavi in corrispondenza di ostacoli.
7. Apertura e chiusura di cavità e di fori per ancoraggi.
8. Spostamento di elementi strutturali non per esigenze dell'appaltatore (vedi punto 8.4.1.3).
9. Pretensionamento di rinforzi e controventi.
10. Verifica delle opere di sostegno per scavi durante il periodo di messa a disposizione.
11. Misurazioni e verifiche, ad esempio di deformazioni, forze, assestamenti o quantità di acque affluenti, complete della documentazione.
12. Riempimento di cavità, formati a seguito della rimozione del manto ovvero dell'estrazione di palancole, pali, profilati, tubi e simili,
13. Elaborazione e consegna dei calcoli di verifica di stabilità e di disegni esecutivi.

14. Predisposizione della documentazione dello stato di fatto.
15. Verifiche di idoneità per ancoraggi iniettati e prove di carico per pali iniettati.
16. Ancoraggi dimensionati per carico da acqua in pressione.
17. Particolari esigenze per la superficie delle opere di sostegno per scavi.

## 9.5 CONTABILIZZAZIONE

Ad integrazione di quanto indicato nelle "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.5, vale quanto segue.

### 9.5.1 Generalità

La determinazione delle prestazioni, sia che essa avvenga secondo i disegni sia che avvenga in base a misurazione, avviene in base ai seguenti criteri.

### 9.5.2 Determinazione delle misure e delle quantità

1. Per le opere da contabilizzare a superficie ( $m^2$ ), questa viene determinata in base alle lunghezze ed alle altezze delle opere di sostegno di scavi. La lunghezza viene misurata lungo l'asse delle opere di sostegno stesse.  
L'altezza delle opere di sostegno viene misurata dal fondo dello scavo in corrispondenza delle opere stesse, ovvero per puntellazioni parziali dal loro filo inferiore, fino al filo superiore prescritto delle opere di sostegno.  
Opere di sostegno realizzate con marciavanti infissi vengono misurate fino alla profondità di infissione staticamente necessaria.  
L'altezza di palancolate nonché di pareti di pali trivellati secanti o aderenti viene misurata dal filo inferiore della profondità di perforazione staticamente necessaria ovvero prescritta fino al filo superiore prescritto.  
L'altezza del manto di pareti di sostegno berlinesi e di paratie discontinue o chiodate viene misurata dal fondo di scavo prescritto fino al filo superiore prescritto delle pareti stesse. Per la definizione dell'altezza vale la quota del punto più basso del fondo dello scavo per ogni campata di opere di sostegno.
2. Per la contabilizzazione di singoli elementi verticali a lunghezza, nel caso di pareti di sostegno berlinesi e di paratie discontinue, l'altezza viene misurata dal filo inferiore della profondità di infissione staticamente necessaria ovvero prescritta fino al filo superiore prescritto.  
La lunghezza dei cordoli, dei correnti di ripartizione e dei rinforzi viene misurata lungo l'asse. La lunghezza degli ancoraggi e delle chiodature viene misurata dal estremità sul lato terreno fino all'intradosso della testata di ancoraggio.



3. Per le opere da contabilizzare a massa, sarà considerata la massa teorica degli elementi costruttivi metallici. Essa sarà determinata in base alle indicazioni delle norme UNI per profilati normalizzati ed a quelle della documentazione tecnica del produttore per gli altri profilati.
4. Per le opere da contabilizzare a durata, la durata della messa a disposizione delle opere di sostegno di scavi ha inizio per ogni stralcio di opere di sostegno col giorno dopo la messa in opera dell'ultimo elemento portante verticale. Per sistemi di puntellazione la durata della messa a disposizione ha inizio col giorno dopo la loro messa in opera.

Per cordoli, correnti di ripartizione e rinforzi la durata ha inizio con la loro ultimazione per ogni livello e per ogni stralcio dei lavori.

La durata della messa a disposizione delle opere di sostegno ha fine con il termine stabilito per la rimozione, ma non prima di tre giorni lavorativi dopo il ricevimento da parte dell'appaltatore dell'avviso di svincolo trasmesso dal committente.

#### **9.5.3 Disposizioni per le detrazioni**

Per le opere da contabilizzare a superficie, cavità per condotte e simili con superficie fino a 1 m<sup>2</sup> non vengono detratte. Per la misurazione delle lunghezze in asse delle opere di sostegno non si opererà nessuna detrazione per travi, pali e simili.



## 10 PALI E PALANCOLE INFISSI MEDIANTE PERCUSSIONE, VIBRAZIONE O PRESSIONE

---

### 10.1 CAMPO D'APPLICAZIONE

1. Le presenti DTC "Pali e palancole infissi mediante percussione, vibrazione o pressione" si applicano per l'infissione e l'estrazione di pali, travi, palancole, tubi, lance e simili mediante percussione, vibrazione e pressione.
2. Le DTC "Pali e palancole infissi mediante percussione, vibrazione o pressione" non si applicano per
  - a. il riempimento di cavità formatesi a seguito dell'infissione di pali, travi, palancole, tubi, lance e simili ovvero rimaste aperte dopo la loro estrazione.
  - b. la posa in opera delle armature;
  - c. l'inserimento e l'estrazione di vibrator di profondità;
  - d. lavori di perforazione (vedi DTC "Lavori di perforazione");
  - e. la messa a disposizione di elementi messi in opera (vedi DTC "Opere di sostegno di scavi")
  - f. lavori eseguiti con impiego di mezzi spingitubo (vedi DTC "Opere con la tecnica spingitubo").
  - g. A titolo integrativo sono applicabili le "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia" (punti da 1.1 a 1.5). In caso di discordanza prevalgono le prescrizioni specifiche delle presenti DTC.

### 10.2 MATERIALI, ELEMENTI COSTRUTTIVI

Ad integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.2, vale quanto segue.

#### 10.2.1 Elementi costruttivi

1. Elementi costruttivi ai sensi delle DTC „Pali e palancole infissi mediante percussione, vibrazione o pressione" sono da considerare pali, travi, palancole, tubi, lance e simili.
2. Per i materiali e gli elementi normalizzati di più comune utilizzo vengono citate in particolare le prescrizioni delle norme UNI EN 12063 „Esecuzione di lavori geotecnici speciali – Palancole" ed UNI EN 12699 "Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Pali eseguiti con spostamento del terreno".

### 10.2.2 Descrizione del sottosuolo

Per l'esplorazione, la classificazione e la descrizione del sottosuolo vale quanto segue:

- D.M. 11.03.1988 Decreto del Ministero per i Lavori Pubblici del 11.03.1988 Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione
- D.M. 17.01.2018 Decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti- Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni
- UNI EN 1997-1 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali
- UNI EN 1997-2 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo
- UNI EN ISO 14688-1 Indagini e prove geotecniche - Identificazione e classificazione dei terreni - Identificazione e descrizione
- UNI EN ISO 14688-2 Indagini e prove geotecniche - Identificazione e classificazione dei terreni - Parte 2: Principi per una classificazione
- UNI EN ISO 14689-1 Indagini e prove geotecniche - Identificazione e classificazione delle rocce - Identificazione e descrizione
- UNI EN ISO 22475-1 Metodi di campionamento e misurazioni sull'acqua del sottosuolo - Parte 1: Principi tecnici per l'esecuzione
- UNI EN ISO 22476-2 Indagini e prove geotecniche – Prove in sito – Parte 2: Prova di penetrazione dinamica
- UNI EN ISO 22476-3 Indagini e prove geotecniche – Prove in sito – Parte 3: Prova penetrometrica dinamica tipo SPT (Standard Penetration Test).

### 10.2.3 Ripartizione in ammassi omogenei

I terreni e le rocce devono essere ripartiti in ammassi omogenei per la valutazione in vista dell'esecuzione di lavori di infissione ed estrazione. È considerato un ammasso omogeneo una zona geometricamente definita di una o più formazioni di terreno o di roccia secondo la norma UNI EN 1997-2, le cui proprietà geotecniche si attestano entro tolleranze ben definite e si distinguono in maniera apprezzabile dalle proprietà degli ammassi limitrofi

### 10.2.4 Descrizione e ripartizione di terreni di origine artificiale (riempimenti e riporti) e di materiali di altro tipo

Per quanto possibile, terreni di origine artificiale e materiali di altro tipo, ad esempio parti di costruzioni, materiali sostitutivi (riciclati), prodotti industriali secondari o rifiuti, vengono descritti secondo il punto 2.2 e ripartiti secondo il punto 2.3. Qualora ciò non sia possibile, essi saranno descritti con specifico riferimento alle loro proprietà d'interesse per i lavori di infissione e di estrazione.

### 10.3 ESECUZIONE

Ad integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole Generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.3 vale quanto segue.

#### 10.3.1 Generalità

1. Per la costruzione di palancolate si applica la norma UNI EN 12063 „Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Palancolate" e per la realizzazione di pali con spostamento del terreno la norma UNI EN 12699 "Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Pali eseguiti con spostamento del terreno".
2. Le scelte delle modalità di svolgimento dei lavori nonché del tipo e dell'impiego delle attrezzature spettano all'Appaltatore.
3. Elementi da infiggere, unicamente da mettere a disposizione e da estrarre in un secondo tempo, non diventano proprietà del committente.
4. Nel corso delle proprie verifiche l'Appaltatore dovrà formulare le proprie obiezioni in particolare nei seguenti casi:
  - a. discordanza del piano di lavoro dalle indicazioni ricevute
  - b. discordanza delle proprietà del sottosuolo dalle indicazioni ricevute.
5. La vegetazione e le aree a verde soggette a danneggiamento vanno protette. Le prestazioni per gli interventi che risulteranno necessari costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 9.4.2.1).
6. I lavori di infissione mediante percussione, vibrazione o pressione potranno essere iniziati solo dopo la avvenuta conferma che le disposizioni vigenti sul sito in materia di reperimento e, se del caso, di bonifica da ordigni bellici sono state rispettate.
7. Costruzioni soggette a danneggiamento vanno protette. Per le misure di sicurezza e di protezione da adottare vanno rispettate le prescrizioni dei proprietari o di altri aventi diritto. Tali interventi costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 9.4.2.1).
8. Nel caso di rinvenimento di cavità o ostacoli imprevisti, come condotte, capisaldi e marcature, resti di costruzioni preesistenti, massi o radici, se ne informerà immediatamente il committente. Gli interventi che risulteranno necessari sono da definire di comune accordo e costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 9.4.2.1).

Qualora si debba ragionevolmente supporre che gli ostacoli siano costituiti da ordigni bellici, l'appaltatore dovrà immediatamente sospendere i lavori nonché informare l'autorità competente ed il committente. Egli dovrà inoltre mettere in opera senza indugio le misure di sicurezza del caso. Le prestazioni fornite per le misure di sicurezza rientrano nelle prestazioni particolari (vedi punto 9.4.2.1).

9. Gli effetti dell'infissione o dell'estrazione di elementi costruttivi sulle costruzioni vicine, il sottosuolo e sugli elementi stessi devono essere monitorati. Possibili danni conseguenti all'infissione o alla estrazione devono essere segnalati immediatamente al committente. Gli interventi da mettere in opera sono da definire di comune accordo e costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 9.4.2.1).
10. Qualora si debbano adottare procedure con bassa emissione di vibrazioni, si impiegheranno martelloni idraulici per l'infissione a percussione e battipalo vibranti per l'infissione mediante vibrazione.
11. Qualora non siano ammesse emissioni di vibrazioni, si impiegheranno macchinari a pressione.

### 10.3.2 Infissione degli elementi costruttivi

1. Qualora nel corso dei lavori le lunghezze dei pali stabilite risultassero manifestamente insufficienti o eccessive, se ne informerà immediatamente il committente. Gli interventi da mettere in opera sono da definire di comune accordo e costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 9.4.2.1).
2. Ogni pregiudizio arrecato alle opere, ad esempio causato da
  - a. scostamento sostanziale della posizione o dalla profondità di infissione stabilite,
  - b. danneggiamento degli elementi costruttivi o delle pareti, deve essere immediatamente segnalato al committente. Gli interventi da mettere in opera sono da definire di comune accordo e costituiscono, nella misura in cui non sono imputabili all'appaltatore, prestazioni particolari (vedi punto 9.4.2.1).
  - c. Qualora contro ogni aspettativa fosse impossibile l'infissione degli elementi costruttivi fino alla profondità richiesta o essa fosse possibile solo con notevole pregiudizio per l'ambiente circostante o con notevole danneggiamento delle componenti stesse, se ne informerà immediatamente il committente. Gli interventi da mettere in opera, ad esempio definizione di una nuova profondità di infissione, taglio degli elementi costruttivi, impiego di mezzi ausiliari di assistenza all'infissione, sono da definire di comune accordo e costituiscono, nella misura in cui non sono imputabili all'appaltatore, prestazioni particolari (vedi punto 9.4.2.1).

### 10.3.3 Tolleranze

1. Le tolleranze di infissione sono indicate nelle norme UNI EN 12063 ed UNI EN 12699.
2. Per l'infissione di profilati, tubi, lance e simili si applicano per analogia le tolleranze indicate nella norma UNI EN 12063.

3. Scostamenti a seguito di deformazioni dovute ai carichi o proprie del sistema costruttivo nonché alle tolleranze dimensionali degli elementi costruttivi non sono considerate per i valori delle tolleranze secondo i punti 9.3.3.1 e 9.3.3.2.
4. Scostamenti longitudinali di palancolate dovuti alla deformazione degli elementi costruttivi durante l'infissione oppure al gioco nei gargami sono ammessi e da tenere in conto. Gli interventi da mettere in opera sono da definire di comune accordo e costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 9.4.2.7).

#### 10.3.4 Registrazioni

1. Nel corso dell'infissione degli elementi costruttivi mediante percussione su dovranno redigere i verbali secondo la norma UNI EN 12699.
2. Durante l'infissione mediante vibrazione degli elementi costruttivi vanno registrate la potenza assorbita e la frequenza in funzione della profondità e del tempo.
3. Durante l'infissione per pressione degli elementi costruttivi va registrata la spinta in funzione della profondità e del tempo.

#### 10.3.5 Sistemazione delle testate degli elementi costruttivi

1. Elementi costruttivi le cui testate venissero deformate o distrutte durante l'infissione potranno essere riutilizzate col consenso del Committente previa sistemazione delle testate stesse.
2. Per la sistemazione delle testate di elementi di calcestruzzo armato si applicano le prescrizioni della norma UNI EN 12699.

#### 10.3.6 Estrazione degli elementi costruttivi

1. Qualora i macchinari di estrazione non possono venire posizionati ed azionati direttamente davanti all'elemento da estrarre, se ne informerà immediatamente il committente. Gli interventi da mettere in opera sono da definire di comune accordo e costituiscono, nella misura in cui non sono imputabili all'appaltatore, prestazioni particolari (vedi punto 9.4.2.1).
2. Gli elementi costruttivi da rimuovere vanno estratti in maniera da non danneggiare o mettere a rischio la costruzione, gli edifici adiacenti nonché le condutture o altri impianti.
3. I tentativi di estrazione di un elemento devono essere interrotti al più tardi se dopo un quarto d'ora non si possa ottenere alcun progresso di estrazione.
4. Se un elemento costruttivo non risulta estraibile secondo prescrizione, se ne informerà immediatamente il committente. Gli interventi da mettere in opera sono da definire di comune accordo e costituiscono, nella misura in cui non sono imputabili all'appaltatore, prestazioni particolari (vedi punto 9.4.2.1).



5. La posizione degli elementi costruttivi non rimuovibili o rimuovibili soltanto parzialmente, deve essere registrata e documentata.
6. Elementi costruttivi che non possono essere estratti e che pertanto sono abbandonati per intero o parzialmente nel sottosuolo, vengono compensati per il loro valore attuale. Si terrà conto del valore di rottamazione degli elementi.

#### **10.4 PRESTAZIONI ACCESSORIE, PRESTAZIONI PARTICOLARI**

##### **10.4.1 Prestazioni accessorie**

Prestazioni accessorie, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 9.4.1, sono in particolare:

1. Rilievo dello stato in cui si trovano le strade, la superficie del terreno, i canali di raccolta e simili.
2. Manutenzione e conservazione in buono stato delle aree di lavoro.

##### **10.4.2 Prestazioni particolari**

Prestazioni particolari, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 9.4.2, sono per esempio:

1. Provvedimenti previsti ai punti 9.3.1.5, 9.3.1.7, 9.3.1.8, 9.3.1.9, 9.3.2.1, 9.3.2.2, 9.3.2.3, 9.3.6.1 e 9.3.6.4.
2. Prestazioni per l'accertamento dello stato di costruzioni, ivi comprese le strade, delle infrastrutture e simili, eccedenti quelle indicate al punto 9.4.1.1, ad esempio predisposizione di indagini peritali, esecuzione di ispezioni televisive o di indagini sulla portanza del terreno.
3. Demolizione e ripristino di superfici pavimentate.
4. Impianto, pavimentazione, stabilizzazione e rimozione delle aree di cantiere, di deposito e di parcheggio nonché delle aree adibite al traffico, di ponti e simili nelle zone messe a disposizione dal committente.
5. Rimozione o posa di condotte.
6. Predisposizione e posizionamento di elementi di compensazione e di raccordo, nella misura in cui ciò non sia dovuto ad un'esecuzione non conforme dei lavori, nonché di profilati di raccordo, d'angolo e di congiunzione.
7. Rispetto di tolleranze dimensionali più onerose di quelle indicate al punto 9.3.3.
8. Taglio, rifilatura e lavorazione delle testate di elementi costruttivi dopo l'infissione, nella misura in cui tale lavoro non sia imputabile all'appaltatore.
9. Prove di infissione.
10. Prove di carico.

11. Sistemazione delle testate danneggiate degli elementi costruttivi ed eliminazione dei danni procurati durante l'infissione, nella misura in cui tali danni non siano imputabili all'appaltatore.
12. Predisposizione, messa a disposizione e rimozione di dispositivi di protezione contro i rumori.
13. Montaggio e messa a disposizione di dispositivi di verifica e di misura, come rivelatori di rottura della palancolata per disaccoppiamento dei gargami, tubi inclinometrici.
14. Misurazioni e verifiche, ad esempio rilevamento delle vibrazioni, del rumore, degli assestamenti, dell'inclinazione e misure geodetiche, con relativa documentazione.
15. Impermeabilizzazione di palancolate.
16. Saldature per il bloccaggio dei gargami e per la chiusura di aperture.
17. Taglio o prolungamento di elementi costruttivi, ad esempio nei casi di presenza di ostacoli, di raggiungimento anticipato della profondità di infissione o profondità di infissione insufficiente.
18. Applicazione di parti aggiunte agli elementi costruttivi.
19. Sospensioni dell'attività di infissione o di estrazione di elementi costruttivi, qualora la circostanza non sia imputabile all'appaltatore.
20. Nuovo impianto, spostamento e modifica dei macchinari di infissione e di estrazione per motivi non imputabili all'appaltatore.
21. Riempimento di avvallamenti o assestamenti creatisi a seguito dei lavori di infissione e di estrazione degli elementi costruttivi.
22. Riempimento di cavità, formati a seguito dell'estrazione di palancole, pali, profilati, tubi e simili.
23. Elaborazione e consegna dei calcoli di verifica di stabilità e di disegni esecutivi.
24. Predisposizione della documentazione dello stato di fatto.

## 10.5 CONTABILIZZAZIONE

Ad integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.5, vale quanto segue.

### 10.5.1 Generalità

La determinazione delle prestazioni, sia che essa avvenga secondo i disegni sia che avvenga in base a misurazione, avviene in base ai seguenti criteri.

### 10.5.2 Determinazione delle misure e delle quantità

#### 10.5.2.1 Opere da contabilizzare a superficie

1. La lunghezza della parete viene misurata lungo l'asse della parete stessa.
2. L'altezza delle pareti viene misurata tra il lato inferiore della parete e quello superiore prescritti.



#### **10.5.2.2 Opere da contabilizzare a lunghezza**

Per le opere da contabilizzare a lunghezza (m), saranno considerate le lunghezze prescritte degli elementi costruttivi.

#### **10.5.2.3 Opere da contabilizzare a massa**

Per le opere da contabilizzare a massa (kg, t), sarà considerata la massa teorica degli elementi costruttivi così come prescritti. Essa sarà determinata in base a

- masse nominali indicate nelle norme UNI per profilati normalizzati,
- masse indicate nella documentazione tecnica del produttore per altri profilati.

#### **10.5.3 Disposizioni particolari**

Elementi costruttivi che non possono essere estratti come da prescrizione e che pertanto vengono abbandonati per intero o in parte nel sottosuolo, vengono contabilizzati in estrazione per intero senza alcuna detrazione.



## 11 MICROPALI DI FONDAZIONE

---

### 11.1 CLASSIFICAZIONE

- Pali di medio e grande diametro

Dal punto di vista esecutivo, si identificano le seguenti tipologie:

- Pali infissi (gettati in opera o prefabbricati);
- Pali trivellati;
- Pali trivellati ad elica continui;
- Micropali

Con tale denominazione devono essere intesi i pali trivellati aventi diametro  $\phi 250$  mm costituiti da alte o

miscele cementizie e da idonee armature d'acciaio. Dal punto di vista esecutivo si identificano le seguenti

tipologie, a seconda delle modalità di connessione al terreno:

- Riempimento a gravità;
- Riempimento a bassa pressione;
- Iniezione ripetuta ad alta pressione.

### 11.2 DEFINIZIONI

#### 3. Pali infissi

##### a. Pali infissi gettati in opera

Con tale denominazione devono essere intesi i pali infissi realizzati riempiendo con calcestruzzo lo spazio interno vuoto di un elemento tubolare metallico fatto penetrare nel terreno mediante battitura o per vibrazione, senza asportazione del terreno medesimo.

I pali infissi gettati in opera si distinguono in:

- Pali con rivestimento definitivo in lamiera d'acciaio, corrugata o liscia, chiusi alla base con un fondello d'acciaio. I pali vengono realizzati infiggendo nel terreno il rivestimento tubolare. Dopo l'infissione e la eventuale ispezione interna del rivestimento, il palo viene completato riempiendo il cavo del rivestimento con calcestruzzo armato;
- Pali realizzati tramite infissione nel terreno di un tubo forma estraibile, in genere chiuso alla base da un fondello a perdere. Terminata l'infissione, il palo viene gettato con calcestruzzo, con o senza la formazione di un bulbo espanso di base. Durante il getto, il tubo-forma viene estratto dal terreno.

##### b. Pali infissi prefabbricati

Con tale denominazione si vengono ad identificare i pali infissi realizzati mediante battitura di manufatti, senza asportazione di terreno, eventualmente con l'ausilio di getti d'acqua in pressione alla punta. A seconda che i pali siano prefabbricati in stabilimento od in cantiere, saranno adottate le seguenti tipologie costruttive:

- Pali prefabbricati in stabilimento: in calcestruzzo centrifugato ed eventualmente precompresso, di norma a sezione circolare, di forma cilindrica, tronco-conica o cilindro-tronco-conica;
- Pali prefabbricati in cantiere: in calcestruzzo vibrato, di norma a sezione quadrata. Pali in legno: dovranno essere realizzati con legno di essenza forte (quercia, rovere, larice rosso, ontano, castagno), scortecciati, ben dritti, di taglio fresco, conguagliati alla superficie ed esenti da carie. Il loro diametro sarà misurato a metà della lunghezza. La parte inferiore del palo sarà sagomata a punta, e ove prescritto, munita di cuspidi di ferro, con o senza punta di acciaio, secondo campione approvato dalla DL.
- Per le modalità di posa in opera si farà di seguito riferimento a quelle valide per i pali battuti prefabbricati ed alle quali si rimanda.

#### 4. b) Pali trivellati

Con tale denominazione si vengono ad identificare i pali realizzati per asportazione del terreno e sua

sostituzione con calcestruzzo armato. Durante la perforazione la stabilità dello scavo può essere ottenuta

con l'ausilio di fanghi bentonitici o altri fluidi stabilizzanti, ovvero tramite l'infissione di un rivestimento metallico provvisorio.

#### 5. c) Pali trivellati ad elica continua

Con tale denominazione si vengono ad identificare i pali realizzati mediante infissione per rotazione di una

trivella ad elica continua e successivo getto di calcestruzzo, fatto risalire dalla base del palo attraverso il tubo

convogliatore interno all'anima dell'elica, con portate e pressioni controllate.

L'estrazione dell'elica avviene contemporaneamente alla immissione del calcestruzzo.

#### 6. d) Micropali

Con tale denominazione vengono identificati pali trivellati ottenuti attrezzando le perforazioni di piccolo

diametro ( $d \leq 250$  mm) con tubi metallici, che possono anche essere dotati di valvole di non ritorno (a

seconda delle modalità di solidarizzazione con il terreno), che sono connessi al terreno mediante:

- Riempimento a gravità;
- Riempimento a bassa pressione;



- Iniezione ripetuta ad alta pressione.

Tali modalità di connessione con il terreno sono da applicare rispettivamente:

- Per micropali eseguiti in roccia o terreni coesivi molto compatti il cui modulo di deformabilità a breve termine sia superiore ai 200 MPa, utilizzeremo il primo tipo di connessione;
- Per micropali eseguiti in terreni di qualunque natura, caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine inferiore a 200 MPa, utilizzeremo il secondo ed il terzo tipo di connessione.

L'armatura metallica può essere costituita da:

- Tubo senza saldature, eventualmente dotato di valvole di non ritorno;
- Profilato metallico della serie UNI a doppio piano di simmetria;
- Gabbia di armature costituita da ferri longitudinali correnti del tipo ad aderenza migliorata e da una staffatura esterna costituita da anelli o spirali continue in tondo ad aderenza migliorata o liscio.

### 11.3 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

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

- DM 17/01/2018 —Norme Tecniche per le Costruzioni;
- UNI EN 1997-1 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali
- UNI EN 1536: Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Pali trivellati
- UNI EN 1537: Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Tiranti di ancoraggio
- UNI EN 1538 Esecuzione di lavori geotecnici speciali – Diaframmi
- Norme delle serie UNI EN 10248 [1 e 2] Palancole laminate a caldo di acciai non legati
- Norme delle serie UNI EN 10249 [1 e 2] Palancole profilate a freddo di acciai non legati
- UNI EN 12063 Esecuzione di lavori geotecnici speciali – Palancole
- UNI EN 12715 Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Iniezioni
- UNI EN 12716 Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Getti per iniezione (jet grouting)
- Norme delle serie UNI EN 13331 [1 e 2] Sistemi di puntellazione per scavi
- UNI EN 14199: Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Micropali
- UNI EN 14490 Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Chiodature del terreno (soil nailing).

### 11.4 PREPARAZIONE DEL PIANO DI LAVORO

Il Contraente Generale dovrà aver cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che, se incontrati durante l'esecuzione dei pali, possono recare danno alle maestranze di cantiere o a terzi.



Per la realizzazione dei pali in alveo, in presenza di un battente di acqua fluente, il Contraente Generale 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 tutte le altre attrezzature di cantiere.

### 11.5 TIPOLOGIE ESECUTIVE

Le tecniche di perforazione e le modalità di getto dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrogeologiche locali.

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi, nel caso di situazioni stratigrafiche particolari o per l'importanza dell'opera, dovranno essere messi a punto a cura e spese del Contraente Generale, anche mediante l'esecuzione di micropali di prova, approvati dalla DL prima dell'inizio della costruzione dei micropali.

Dovranno essere adottate durante la perforazione tutte le tecniche per evitare il franamento del foro, la contaminazione delle armature, l'interruzione e/o l'inglobamento di terreno nella guaina cementizia che solidarizza l'armatura al terreno circostante.

Le perforazioni dovranno quindi essere eseguite con rivestimento ed i detriti allontanati mediante opportuni fluidi di perforazione.

Questo potrà consistere in:

- Acqua;
- Fanghi bentonitici;
- Schiuma;
- Aria, nel caso di perforazione a rotopercolazione con martello a fondo foro, o in altri casi approvati dalla D.L.

È facoltà della D.L. far adottare la perforazione senza rivestimento, impiegando solamente fanghi bentonitici.

La perforazione "a secco" senza rivestimento potrà essere adottata, previa comunicazione alla D.L., solo in terreni uniformemente argillosi di media ed elevata consistenza, esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possono causare ingresso di acqua nel foro, caratterizzati da valori della resistenza al taglio non drenata ( $C_u$ ) che alla generica profondità di scavo  $H$  soddisfi la condizione  $C_u \geq wH/3$  dove  $w$  = peso di volume totale.

Inoltre, la perforazione "a secco" è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso di acqua nel foro, ed è raccomandata nei terreni argillosi sovraconsolidati.

#### 11.5.1 Tolleranze geometriche

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

- La posizione planimetrica non dovrà discostarsi da quella di progetto più del 5%, salvo diverse indicazioni della DL;
- La deviazione dell'asse del micropalo rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del 2%;
- La sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto;
- Il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di perforazione di progetto;
- Quota testa micropalo:  $\pm 5$  cm;
- lunghezza:  $\pm 15$  cm.

#### **11.5.2 Tracciamento**

Prima di iniziare la perforazione il Contraente Generale dovrà, a sua cura e spese, individuare sul terreno la posizione dei micropali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo. Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del micropalo quale risulta dalla pianta della palificata. Tale pianta, redatta e presentata alla D.L. dal Contraente Generali esecutore, dovrà indicare la posizione planimetrica di tutti i micropali, inclusi quelli di prova, contrassegnati con numero progressivo.

#### **11.5.3 Armatura-Generalità**

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni di cui al presente articolo e saranno in ogni caso estese a tutta la lunghezza del micropalo.

#### **11.5.4 Armatura con barre di acciaio per c.a.**

Si useranno barre longitudinali B450C ad aderenza migliorata. Saranno pre-assemblate in gabbie da calare nel foro al termine della perforazione; la giunzione tra i vari elementi della gabbia sarà ottenuta mediante doppia legatura; tra una gabbia e la successiva (in caso di pali di profondità eccedente le lunghezze commerciali delle barre) la giunzione avverrà per saldatura delle barre longitudinali corrispondenti.

Quando previsto dal progetto si potranno adottare micropali armati con un'unica barra senza spirale. In ogni caso le armature saranno corredate da distanziatori non metallici (blocchetti di malta o elementi di materia plastica) idonei ad assicurare copriferro minimo di 3 cm disposti a intervalli longitudinali non superiore a 2,5 m.

#### **11.5.5 Armature tubolari**

Si useranno tubi di acciaio S275 - S355, senza saldatura longitudinale del tipo per costruzioni meccaniche. Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo potranno essere ottenute mediante manicotti

filettati o saldati. Tali giunzioni dovranno consentire una trazione pari almeno all'80% del carico ammissibile a compressione.

Nel caso i tubi di armatura siano anche dotati di valvole per l'iniezione, essi dovranno essere scovolati internamente dopo l'esecuzione dei fori di uscita della malta (fori  $d = 8 \text{ mm}$ ) allo scopo di asportare le sbavature lasciate dal trapano.

Le valvole saranno costituite da manicotti di gomma di spessore minimo  $s = 3.5 \text{ mm}$ , aderenti al tubo e mantenuti in posto mediante anelli in fili di acciaio (diametro  $4 \text{ mm}$ ) saldati al tubo in corrispondenza dei bordi del manicotto.

La valvola più bassa sarà posta subito sopra il fondello che occlude la base del tubo.

Anche le armature tubolari dovranno essere dotate di distanziatori non metallici per assicurare un copriferro minimo di  $3 \text{ cm}$ , posizionati di preferenza sui manicotti di giunzione.

#### **6.5.6 Armature con profilati in acciaio**

Le caratteristiche geometriche e meccaniche dei profilati dovranno essere conformi a quelle prescritte in progetto. Di norma i profilati dovranno essere costituiti da elementi unici. Saranno ammesse giunzioni saldate, realizzate con l'impiego di adeguati fazzoletti laterali, nel caso di lunghezze superiori ai valori degli standard commerciali ( $12 - 14 \text{ m}$ ). Le saldature saranno dimensionate ed eseguite in conformità alle Norme vigenti.

#### **11.5.6 Malte e miscele cementizie**

Il cemento da impiegare dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali, prendendo in considerazione in particolare l'aggressività dell'ambiente esterno. Gli inerti saranno di norma utilizzati solo per il confezionamento di malte da utilizzare per il getto dei micropali a semplice cementazione. In relazione alle prescrizioni di progetto l'inerte sarà costituito da sabbie fini, polveri di quarzo, polveri di calcare, o ceneri volanti.

Nel caso di impiego di ceneri volanti, ad esempio provenienti dai filtri di altoforni, si dovrà utilizzare materiale totalmente passante al vaglio da  $0.075 \text{ mm}$ .

È ammesso l'impiego di additivi fluidificanti non aeranti. L'impiego di acceleranti potrà essere consentito solo in situazioni particolari. Schede tecniche di prodotti commerciali che il Contraente Generale si propone di usare dovranno essere inviate preventivamente alla Direzione Lavori per informazione.

Per quanto riguarda le malte e le miscele cementizie queste di norma dovranno presentare resistenza cubica pari a:  $R_{ck} \geq 25 \text{ Mpa}$ .

A questo scopo si prescrive che il dosaggio in peso dei componenti sia tale da soddisfare un rapporto

acqua/cemento:

$$a/c \leq 0.5$$



La composizione della miscela cementizia dovrà essere conforme con quanto indicato dal progettista negli elaborati progettuali.

La composizione delle miscele di iniezione, riferita ad 1 m<sup>3</sup> di prodotto, dovrà essere la seguente:

- Acqua: 600 kg
- Cemento: 1200 kg
- Additivi: 10 ÷ 20 kg, con un peso specifico pari a circa a 1.8 kg/dm<sup>3</sup>.

Nella definizione della composizione delle malte, prevedendo un efficace mescolamento dei componenti atto

a ridurre la porosità dell'impasto, si può fare riferimento al seguente dosaggio minimo, riferito ad 1 m<sup>3</sup> di prodotto finito:

- Acqua: 300 kg
- Cemento: 600 kg
- Additivi: 5 ÷ 10 kg
- Inerti: 1100 ÷ 1300 kg

## 11.6 MICROPALI A INIEZIONI RIPETUTE AD ALTA PRESSIONE

La perforazione sarà eseguita mediante sonda a rotazione o rotopercussione, con rivestimento continuo e circolazione di fluidi, fino a raggiungere la profondità di progetto.

Per la circolazione del fluido di perforazione saranno utilizzate pompe a pistoncini con portate e pressioni adeguate. Si richiedono valori minimi di 200 l/min. e 25 bar, rispettivamente.

Nel caso di perforazione a roto-percussione con martello a fondo-foro si utilizzeranno compressori di adeguata potenza; le caratteristiche minime richieste sono:

- Portata  $\geq 10$  m<sup>3</sup>/min.
- Pressione 8 bar

### 11.6.1 Formazione del fusto del micropalo

Completata la perforazione si provvederà a rimuovere i detriti presenti nel foro, o in sospensione nel fluido di perforazione, prolungando la circolazione del fluido stesso fino alla sua completa chiarificazione.

Si provvederà quindi ad inserire l'armatura tubolare valvolata, munita di centratori, fino a raggiungere la profondità di progetto.

Sono preferibili i centratori non metallici. Il tubo dovrà essere prolungato fino a fuoriuscire a bocca foro per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezione.

Di norma si procederà immediatamente alla cementazione del micropalo (guaina); la messa in opera delle armature di frettaggio, ove previste, sarà eseguita successivamente all'iniezione.



La solidarizzazione dell'armatura al terreno verrà eseguita in due o più fasi, come di seguito specificato. Si utilizzerà una miscela cementizia conforme a quanto indicato nel presente capitolo. Non appena completata la messa in opera del tubo valvolato di armatura, si provvederà immediatamente alla formazione della guaina cementizia, iniettando attraverso la valvola più profonda un quantitativo di miscela sufficiente a riempire l'intercapedine tra le pareti del foro e l'armatura tubolare.

Contemporaneamente si procederà alla estrazione dei rivestimenti provvisori, quando utilizzati, e si effettueranno i necessari rabbocchi di miscela cementizia. Completata l'iniezione di guaina si provvederà a lavare con acqua il cavo interno del tubo di armatura.

Trascorso un periodo di 12÷24 ore dalla formazione della guaina, si darà luogo alla esecuzione delle iniezioni selettive per la formazione del bulbo di ancoraggio.

Si procederà valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia tenuta collegato al circuito di iniezione.

La massima pressione di apertura delle valvole non dovrà superare il limite di 60 bar; in caso contrario la valvola potrà essere abbandonata.

Ottenuta l'apertura della valvola, si darà luogo all'iniezione in pressione fino ad ottenere i valori dei volumi di assorbimento e di pressione prescritti in progetto.

Per pressione di iniezione si intende il valore minimo che si stabilisce all'interno del circuito.

L'iniezione dovrà essere tassativamente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 l/min., e comunque con valori che, in relazione alla effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (claquage). I volumi di iniezione saranno di norma non inferiori a tre volte il volume teorico del foro, e comunque conformi alle prescrizioni di progetto.

Nel caso in cui l'iniezione del previsto volume non comporti il raggiungimento della prescritta pressione di rifiuto, la valvola sarà nuovamente iniettata, trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore.

Fino a quando le operazioni di iniezione non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno del tubo d'armatura. Per eseguire l'iniezione si utilizzeranno delle pompe oleodinamiche a pistoncini, a bassa velocità, aventi le seguenti caratteristiche minime:

- Pressione max di iniezione:  $\approx 100$  bar
- Portata max :  $\approx 2$  m3/ora
- n. max pistonate/minuto:  $\approx 60$

Le caratteristiche delle attrezzature utilizzate dovranno essere comunicate alla Direzione Lavori, specificando in particolare alesaggio e corsa dei pistoncini.



## 11.7 MICROPALI CON RIEMPIMENTO A GRAVITÀ O A BASSA PRESSIONE

Nella conduzione della perforazione ci si atterrà alle prescrizioni richiamate nelle corrispondenti sezioni delle presenti norme tecniche.

### 11.7.1 Formazione del fusto del micropalo

Completata la perforazione e rimossi i detriti si provvederà ad inserire entro il foro l'armatura, che dovrà essere conforme ai disegni di progetto.

La cementazione potrà avvenire con riempimento a gravità o con riempimento a bassa pressione. Nel primo caso il riempimento del foro, dopo la posa delle armature, dovrà avvenire tramite un tubo di alimentazione disceso fino a 10-15 cm dal fondo, collegato alla pompa di mandata o agli iniettori. Nel caso si adotti una miscela contenente inerti sabbiosi, ovvero con peso di volume superiore a quello degli eventuali fanghi di perforazione, il tubo convogliatore sarà dotato superiormente di un imbuto o tramoggia di carico; si potrà anche procedere al getto attraverso l'armatura, se tubolare e di diametro interno  $\geq 80$  mm.

Nel caso di malta con inerti fini o di miscela cementizia pura, senza inerti, si potrà usare per il getto l'armatura tubolare solo se di diametro interno inferiore a 50 mm; in caso diverso si dovrà ricorrere ad un tubo di convogliamento separato con un diametro contenuto entro i limiti sopracitati.

Il riempimento sarà proseguito fino a che la malta immessa risalga in superficie senza inclusioni o miscelazioni con il fluido di perforazione. Si dovrà accertare la necessità o meno di effettuare rabbocchi, da eseguire preferibilmente tramite il tubo di convogliamento.

Nel secondo caso, il foro dovrà essere interamente rivestito; la posa della malta o della miscela avverrà in un primo momento, entro il rivestimento provvisorio, tramite un tubo di convogliamento come descritto al paragrafo precedente.

Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invierà aria in pressione ( $0.5 \div 0.6$  MPa) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione. Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione al tratto residuo di rivestimento, previo rabboccamento dall'alto per riportare a livello la malta.

Si procederà analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento. In relazione alla natura del terreno potrà essere sconsigliabile applicare la pressione d'aria agli ultimi 5-6 m di rivestimento da estrarre, per evitare la fratturazione idraulica degli strati superficiali.

## 11.8 PROVE DI CARICO SU MICROPALI

### 11.8.1 Generalità

In seguito vengono fornite le indicazioni tecniche generali per l'esecuzione di prove di carico su pali.

Le prove di carico hanno principalmente lo scopo di:

- Accertare eventuali deficienze esecutive nel palo;
- Verificare i margini di sicurezza disponibili nei confronti della rottura del sistema palo-terreno;
- Valutare le caratteristiche di deformabilità del sistema palo-terreno.

Si definiscono:

- Prove di collaudo le prove effettuate su pali e micropali facenti parte della fondazione, dei quali non bisogna compromettere l'integrità; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova ( $P_{max}$ ) è in generale pari a 1,5 volte il carico di esercizio ( $P_{es}$ );
- Prove a carico limite le prove effettuate su pali e micropali appositamente predisposti all'esterno della palificata, spinte fino a carichi di rottura del sistema palo-terreno o prossimi ad essa; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova ( $P_{max}$ ) è in generale pari a 2,5÷3 volte il carico di esercizio ( $P_{es}$ ).

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 utilizzata 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.

#### 11.8.2 Prove di carico assiale

Sui micropali 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 utilizzata 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

### 11.8.3 Attrezzature e dispositivi di prova

Le attrezzature ed i dispositivi per l'applicazione e per la misura del carico, ed i dispositivi per la misura dei cedimenti saranno conformi alle specifiche riportate nel presente Capitolato.

È ammessa l'esecuzione di prove di carico a compressione mediante contrasto su micropali laterali, a condizione che:

- le armature tubolari e le eventuali giunzioni filettate dei micropali di contrasto siano in grado di resistere ai conseguenti sforzi di trazione;
- la terna di micropali sia giacente sullo stesso piano verticale o inclinato.

Nel caso di micropali inclinati dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad evitare l'insorgere di carichi orizzontali e/o momenti flettenti dovuti ad eccentricità, che potrebbero influenzare i risultati della prova.

I risultati forniti dai micropali di contrasto potranno essere utilizzati quali valori relativi a prove di carico a trazione, se i carichi effettivamente applicati sono significativi a norma di quanto definito nel presente

Capitolato

I micropali prescelti saranno preparati mettendo a nudo il fusto per un tratto di  $\approx 20$  cm ed eliminando tutte le superfici di contatto e di attrito con eventuali plinti, solette, murature, etc.

Nel tratto di fusto esposto saranno inserite 3 staffe metalliche, a  $120^\circ$ , per il posizionamento dei micrometri.

Si provvederà quindi a fissare sulla testa del micropalo una piastra metallica di geometria adeguata ad ospitare il martinetto ed a trasferire il carico sul micropalo.

La zavorra sarà messa a dimora dopo avere posizionato la trave di sostegno su due appoggi laterali, posti a circa 3 m dall'asse del micropalo.

L'altezza degli appoggi dovrà essere sufficiente a consentire il posizionamento del martinetto e del relativo centratore e del sistema di riferimento per la misura dei cedimenti. Tra il martinetto e la trave sarà interposto un dispositivo di centramento del carico, allo scopo di eliminare il pericolo di ovalizzazione del pistone. Gli stessi accorgimenti saranno adottati anche nel caso in cui la trave di contrasto farà capo ad una coppia di micropali posti lateralmente al micropalo da sottoporre a prova di compressione.

#### 11.8.4 Programma di carico

Il programma di carico sarà definito di volta in volta, in relazione alla finalità della prova, dal Progettista della stessa.

Di norma si farà riferimento al seguente schema, che prevede 3 cicli di carico e scarico, da realizzarsi come di seguito specificato.

##### 1° CICLO

- Applicazione di "n" ( $n \geq 4$ ) gradini di carico successivi, di entità pari a  $II_P$ , fino a raggiungere l'azione di getto utilizzata per le verifiche SLE.b) In corrispondenza di ciascun gradino di carico si eseguiranno misure dei cedimenti con la seguente frequenza:
  - $t = 0$  (applicazione del carico)
  - $t = 2'$
- $t = 4'$ 
  - $t = 8'$
  - $t = 15'$

si proseguirà quindi ogni 15' fino a raggiunta stabilizzazione, e comunque per non più di 2 ore.

Il cedimento  $s$  è considerato stabilizzato se, a parità di carico, è soddisfatta la condizione tra due misure successive ( $\delta t = 15'$ ):  $s \leq 0.025$  mm.

- Per il livello corrispondente a  $P_{es}$  il carico viene mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi si procede allo scarico mediante almeno 3 gradini, in corrispondenza dei quali si eseguono misure  $\alpha$ :
  - $t = 0$
  - $t = 5'$
  - $t = 10'$
  - $t = 15'$

Allo scarico le letture verranno eseguite anche  $\alpha$ :

- $t = 30'$
- $t = 45'$
- $t = 60'$

#### 2° CICLO

- Applicazione rapida di un carico di entità  $1/3$  dell'azione di progetto utilizzata per le verifiche SLE.
- Lettura dei cedimenti a  $t = 0, 1', 2', 4', 8', 15'$
- Scarico rapido e letture a  $t = 0$  e  $5'$
- Applicazione rapida di un carico di entità  $2/3 P_{es}$
- Lettura dei cedimenti come in "b"
- Scarico come in "c"
- Applicazione rapida di un carico di entità pari a  $P_{es}$
- Lettura dei cedimenti come in "b"
- Scarico con letture a  $t = 0, 5', 10', 15'$  e  $30'$

#### 3° CICLO

- Applicazione di "m" ( $m \geq 9$ ) gradini di carico  $\delta P$  fino a raggiungere il carico  $P_{prova}$  (o  $P_{lim}$ )  $1,5$  e  $2,5$  volte l'azione di progetto utilizzata per le verifiche SLE..
- In corrispondenza di ogni livello di carico si eseguiranno misure di cedimento con la stessa frequenza e limitazioni di cui al 1° ciclo, punto "b".
- Il carico  $P_{prova}$ , quando è  $< P_{lim}$ , sarà mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi il palo sarà scaricato mediante almeno 3 gradini con misure a  $t = 0, t = 5'$  e  $t = 10'$  e  $t = 15'$ . A scarico ultimato si eseguiranno misure fino a  $t = 60'$ .

Si considererà raggiunto il carico limite  $P_{lim}$ , e conseguentemente si interromperà la prova, allorquando misurando il cedimento si risulterà verificata una delle seguenti condizioni:

- $s(P_{lim}) \geq 2 \cdot s(P_{lim} - \delta P)$
- $s(P_{lim}) \geq 0.2 d + s_{el}$

ove:  $d$  = diametro del micropalo  $s_{el}$  = cedimento elastico del micropalo

#### 11.8.5 Risultati delle prove

Le misure dei cedimenti saranno registrate con le stesse modalità indicate nel presente Capitolato.

#### 11.8.6 Prove non distruttive

Scopo dei controlli non distruttivi è quello di verificare le caratteristiche geometriche e meccaniche dei pali,

non compromettendone l'integrità strutturale. A tale scopo potrà essere richiesta l'esecuzione di:

- prove geofisiche;
- carotaggio continuo meccanico;



Per tutti i controlli non distruttivi il Contraente Generale provvederà a sottoporre alla approvazione della Direzione Lavori le specifiche tecniche di dettaglio Per tutti i controlli non distruttivi il Contraente Generale provvederà a sottoporre alla approvazione della Direzione Lavori le specifiche tecniche di dettaglio.

#### **11.8.7 Prove geofisiche**

Possono essere eseguite mediante emissione di impulsi direttamente alla testa del palo o lungo il fusto entro fori precedentemente predisposti.

Il primo tipo di controllo potrà essere eseguito per qualsiasi tipo di palo; il secondo sarà applicato ai soli pali trivellati di diametro  $> 800$  mm.

Il numero dei controlli sarà quello 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 dal Contraente Generale a sua cura, sotto il controllo della Direzione Lavori, sul 15% del numero totale dei pali e comunque su tutti quei pali ove fossero state riscontrate inosservanze rispetto a quanto prescritto dalle presenti Norme Tecniche.

Con riferimento ai soli pali trivellati, il Contraente Generale dovrà provvedere, a sua cura, sotto il controllo della Direzione Lavori, all'esecuzione di controlli eseguiti entro fori precedentemente predisposti, sul 5% del numero totale dei pali con un minimo di due.

Sui pali prescelti per tali prove, lungo il fusto dovrà essere predisposta, prima delle operazioni di getto, l'installazione di tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, entro cui possono scorrere le sondine di emissione e ricezione degli impulsi.

I tubi saranno solidarizzati alla gabbia di armatura, resi paralleli tra loro e protetti dall'ingresso di materiali. Gli stessi saranno almeno due per pali aventi diametro  $d \leq 1200$  mm ed almeno tre per diametri superiori. Le prove dovranno essere eseguite alternando entro i fori le posizioni delle sonde trasmittente e ricevente.

#### **11.8.8 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'impasto.

Allo scopo saranno impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a 60 mm. Nel corso della perforazione dovranno essere rilevate le caratteristiche macroscopiche del conglomerato e le discontinuità eventualmente presenti, indicando in dettaglio

la posizione e il tipo delle fratture, le percentuali di carotaggio, le quote raggiunte con ogni singola manovra di avanzamento.

Su alcuni spezzoni di carota saranno eseguite prove di laboratorio atte a definire le caratteristiche fisicomeccaniche e chimiche.

Al termine del carotaggio si provvederà a riempire il foro mediante boiacca di cemento immessa dal fondo foro.

Il carotaggio si eseguirà a cura del Contraente Generale, quando ordinato della Direzione Lavori, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle indicazioni riportate nel presente Capitolato e alle disposizioni della medesima.

#### **6.8.9 Scavi attorno al fusto del palo**

Verranno richiesti ogni qualvolta si nutrano dubbi sulla verticalità e regolarità della sezione nell'ambito dei primi 4.0 – 5.0 m di palo. Il fusto del palo dovrà essere messo a nudo e pulito con un violento getto d'acqua e reso accessibile all'ispezione visiva. Successivamente si provvederà a riempire lo scavo con materiali e modalità di costipamento tali da garantire il ripristino della situazione primitiva.

Tali operazioni saranno eseguite, a cura e spese del Contraente Generale, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle indicazioni riportate nel presente Capitolato e alle disposizioni della Direzione Lavori.

### **11.8.9 Specifiche di controllo**

#### **11.8.10 Generalità**

La seguente specifica si applica alle varie tipologie di pali di fondazione precedentemente descritte. La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e più specificatamente, quella di progetto quali disegni, specifiche tecniche, etc.

Sono altresì comprese tutte le Norme tecniche vigenti in materia. Le procedure delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come minima e dovrà essere incrementata in ragione delle difficoltà tecniche e realizzative. Il Contraente Generale dovrà attrezzare con le predisposizioni necessarie per l'effettuazione di controlli non distruttivi di tipo sonico (per pali di medio e grande diametro) il numero di pali previsto dal DM 17.1.2018.

Questi infatti, sono prove da eseguirsi su pali prescelti prima della loro esecuzione, in quanto devono essere attrezzati con tubazioni (uno o più) da annegare nel getto di calcestruzzo, aventi diametro interno non inferiore a 1''.

Dovrà inoltre prevedersi di assoggettare a prove di carotaggio continuo, in asse palo, con prelievo di carote, sull'1% del totale dei pali eseguiti.

Nel caso di esito negativo delle prove, le stesse dovranno essere incrementate nella misura richiesta dalla DL.

#### 11.8.11 Micropali

Per i micropali, si dovrà verificare che per ogni lotto posto in opera di armature metalliche, nonché di tubi e di profilati di acciaio, dovrà essere accompagnato dai relativi certificati del fornitore ed essere conforme alle indicazioni di progetto.

In caso contrario il materiale non dovrà essere posto in opera.

Per quanto riguarda le malte e le miscele cementizie, possono provenire da impianti di preconfezionamento, oppure essere prodotte in cantiere da apposite centrali di betonaggio.

In entrambi i casi è possibile realizzare gli stessi controlli riportati per le miscele di iniezione degli ancoraggi.

Nel caso si impieghino come fluidi di perforazione dei fanghi bentonitici, questi dovranno essere assoggettati ai medesimi controlli riportati nel presente Capitolato e seguenti.

Nel caso di impiego di schiume queste dovranno essere accompagnate dai relativi certificati forniti dai produttori, per ogni lotto impiegato.

Le modalità di preparazione ed uso dovranno essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori.

Il controllo della profondità dei preforni, rispetto alla quota di sottopinto, 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.

L'accettazione delle armature verrà effettuata

- Verificando la correttezza e la completezza della documentazione fornita
- nel caso di armature in barre longitudinale ad 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.
- Effettuando i prelievi dei materiali in conformità al DM 14/01/08

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, così come descritto nel presente

Capitolato

Il peso specifico dovrà risultare pari almeno al 90% del peso specifico teorico, calcolato assumendo 3 g/cm<sup>3</sup> il peso specifico assoluto del cemento e 2.65 g/cm<sup>3</sup> quello degli aggregati, nell'ipotesi che non venga inclusa aria.

Nelle prove di decantazione, l'acqua separata non dovrà superare il 2% in volume.





Con il campione di miscela dovranno essere altresì confezionati dei provini da sottoporre a prove di compressione monoassiale, nella misura di almeno una prova a micropalo.

L'esecuzione del singolo micropalo sarà documentata mediante la compilazione da parte del Contraente Generale in contraddittorio con la Direzione Lavori di una apposita scheda sulla quale si registreranno i controlli delle tolleranze e i dati seguenti: □ rilievi stratigrafici del terreno;

- identificazione del micropalo;
- dati tecnici dell'attrezzatura di perforazione;
- data di inizio perforazione e termine getto (o iniezione);
- fluido di perforazione impiegato;
- profondità di progetto;
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione;
- profondità del foro all'atto della posa in opera dell'armatura;
- geometria e tipologia dell'armatura;
- volumi di miscele per la formazione della guaina (per micropali ad iniezioni multiple selettive);
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;
- risultati delle prove di controllo sulla miscela di iniezione (peso di volume, essudazione, etc.), numero di campioni prelevati e loro resistenza a compressione monoassiale;
- risultati di ulteriori prove condotte o ordinate dalla Direzione Lavori.

## 12 COLONNE DI JET-GROUTING

Mediante questa tecnica si ottengono colonne di terreno stabilizzato dal rimescolamento della miscela consolidante con il terreno stesso, il diametro nominale richiesto della colonna è di 80 cm.

Le colonne saranno realizzate secondo le seguenti modalità:

- esecuzione di una perforazione a distruzione di nucleo mediante apposito utensile autop perforante fino alla profondità indicata negli elaborati di progetto.

- Iniezione attraverso l'asta di miscela cementizia ad alta pressione (> di 300 bar), la quale fuoriesce ad altissima velocità da ugelli disposti lateralmente alla estremità inferiore dell'utensile e/o lungo l'asta, cui si imprime un moto di risalita e di rotazione a velocità predeterminata.

Per prevenire fenomeni di "claquage" dovuti ad insufficiente spurgo di detriti da bocca foro delle fasi di iniezione, si potrà anche decidere in caso di necessità di rivestire il foro durante la perforazione con tubazione metallica provvisoria.

Il rivestimento sarà progressivamente estratto col procedere dell'iniezione.

L'Assuntore dovrà comunicare con anticipo alla D.L., per approvazione, le caratteristiche dell'attrezzatura che intende impiegare.



Le colonne dovranno essere realizzate con modalità di dettaglio approvate dalla D.L..

Per ogni colonna dovrà essere redatta una apposita scheda in cui saranno riportati i seguenti dati per ogni intervallo di profondità pari a 1 m:

- velocità di rotazione
- velocità di risalita
- pressione di iniezione della miscela
- portata di iniezione della miscela
- rapporto A/C della miscela iniettata
- Additivi utilizzati, tipo e quantità
- Quantità di miscela iniettata per metro di colonna

## **13 COSTRUZIONI STRADALI – SOVRASTRUTTURE STRADALI SENZA LEGANTI**

### **13.1 CAMPO DI APPLICAZIONE**

1. Le presenti DTC "Costruzioni stradali – Sovrastrutture stradali senza leganti" valgono per la costruzione di sovrastrutture per strade di ogni genere, piazze, cortili, aeroporti, banchine e massicciate per linee ferroviarie con
  - a. strati di base e di usura nelle costruzioni stradali
  - b. strati protettivi antigelo e strati protettivi superficiali per le linee ferroviarie.
2. Le presenti DTC "Costruzioni stradali – Sovrastrutture stradali senza leganti" non valgono per:
  - a. per la bonifica e il consolidamento degli strati di fondazione e del sottofondo
  - b. per la realizzazione di massicciate per linee ferroviarie.
3. A titolo integrativo sono applicabili le DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punti da 1.1 a 1.5. In caso di discordanza prevalgono le prescrizioni specifiche delle presenti DTC.

### **13.2 MATERIALI, ELEMENTI COSTRUTTIVI; TERRENI E ROCCE**

Ad integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.2, vale quanto segue: per i principali materiali ed elementi normalizzati vengono citate in particolare le seguenti norme tecniche di riferimento.

### 13.2.1 Requisiti

#### 13.2.1.1 Aggregati

- UNI EN 13043 Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico
- UNI EN 13055-2 Aggregati leggeri - Parte 2: Aggregati leggeri per miscele bituminose, trattamenti superficiali e per applicazioni in strati legati e non legati
- UNI EN 13242 Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade
- UNI EN 13285 Miscele non legate - Specifiche

La sabbia impiegata per l'intasamento deve avere un sufficiente contenuto di argilla.

Sono da considerare aggregati non frantumati la ghiaia e la sabbia naturale.

Gli aggregati frantumati possono essere costituiti da

- aggregati naturali,
- aggregati riciclati dalla lavorazione di materiale inorganico precedentemente utilizzato nelle costruzioni.

Possono essere impiegati soltanto aggregati di qualità controllata.

#### 13.2.1.2 Miscele di aggregati e di terreni

La scelta della composizione delle miscele di aggregati e di terreni è affidata all'Appaltatore. A tale scopo egli deve tener conto dell'utilizzo, dell'entità e della tipologia del traffico, delle azioni climatiche e delle condizioni locali.

Le miscele devono essere omogenee, insensibili al gelo, stabili alla migrazione da e verso gli strati confinanti e sufficientemente compatte.

Le miscele di aggregati per strati protettivi superficiali sono costituite da

- miscele di ghiaia e sabbia o miscele di sabbia e ghiaia, con l'eventuale aggiunta di aggregati frantumati,
- miscele di ghiaione-pietrisco-sabbia o miscele di pietrisco e sabbia secondo il punto 2.1.1.

La miscela deve contenere una quantità sufficiente di componenti fini per essere insensibile al gelo, stabile alla migrazione verso gli strati confinanti e sufficientemente compatta.

#### 13.2.1.3 Miscele di aggregati non vagliati

Possono essere impiegati i seguenti materiali: sabbia, ghiaia, roccia, scorie nonché materiali di esubero da vagliatura, smarino, detriti di roccia, frammenti di calcestruzzo, aggregati riciclati, ceneri dall'incenerimento di rifiuti, granulato da camera fusoria.

Il materiale deve possedere una granulometria appropriata.



È consentito impiegare aggregati risultanti dalla lavorazione di materiale inorganico utilizzato nelle costruzioni, a condizione che la loro idoneità sia documentata. Per l'impiego di aggregati riciclati sono applicabili il Decreto del Presidente della Provincia del 16 dicembre 1999, N. 69 "Regolamento relativo al recupero di materiali da costruzione e demolizione e per la qualità dei materiali edili riciclati" ovvero le norme nazionali per il riciclaggio di materiali di rifiuto.

### **13.2.2 Prove sui materiali**

#### **13.2.2.1 Prova di idoneità**

L'Appaltatore, prima dell'inizio dell'esecuzione deve accertarsi che gli aggregati, le miscele di aggregati nonché i terreni e le rocce sono idonee per la destinazione prevista e documentarne l'idoneità su richiesta del committente.

#### **13.2.2.2 Verifiche correnti durante il corso dei lavori**

Durante l'esecuzione dei lavori l'Appaltatore deve accertarsi della conformità degli aggregati, delle miscele di aggregati nonché dei terreni e delle rocce ai requisiti previsti in contratto e documentare la rispondenza su richiesta del committente.

#### **13.2.2.3 Verifiche di controllo**

L'obbligo incombente all'Appaltatore secondo le prescrizioni ai punti 10.2.2.1 e 10.2.2.2 non viene pregiudicato dall'esecuzione di verifiche da parte del Committente.

#### **13.2.2.4 Esecuzione delle prove dei materiali**

- UNI EN 932-1 Metodi di prova per determinare le proprietà generali degli aggregati. Metodi di campionamento:
- UNI EN 932-2 Metodi di prova per determinare le proprietà generali degli aggregati - Metodi per la riduzione dei campioni di laboratorio
- UNI EN 932-3 Metodi di prova per determinare le proprietà generali degli aggregati - Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata
- UNI EN 933-1 Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Determinazione della distribuzione granulometrica - Analisi granulometrica per staccatura
- UNI EN 933-2 Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Determinazione della distribuzione granulometrica - Stacci di controllo, dimensioni nominali delle aperture
- UNI EN 933-3 Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Determinazione della forma dei granuli - Indice di appiattimento
- UNI EN 933-4 Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Determinazione della forma dei granuli - Indice di forma

- UNI EN 933-5 Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Determinazione della percentuale di superfici frantumate negli aggregati grossi
- UNI EN 933-8 Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Valutazione dei fini - Prova dell'equivalente in sabbia
- UNI EN 933-9 Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Valutazione dei fini - Prova del blu di metilene
- UNI EN 1097-2 Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Metodi per la determinazione della resistenza alla frammentazione
- UNI EN 1097-3 Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Determinazione della massa volumica in mucchio e dei vuoti intergranulari
- UNI EN 1097-6 Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Determinazione della massa volumica dei granuli e dell'assorbimento d'acqua
- UNI EN 1367-1 Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati - Determinazione della resistenza al gelo e disgelo
- UNI EN 1367-2 Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati - Prova al solfato di magnesio
- UNI EN 1744-1 Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati - Analisi chimica
- UNI EN 1926 Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione della resistenza a compressione
- UNI EN 1936 Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione delle masse volumiche reale e apparente e della porosità totale e aperta
- UNI EN 12370 Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione della resistenza alla cristallizzazione dei Sali
- UNI EN 12371 Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione della resistenza al gelo
- UNI EN 13755 Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione dell'assorbimento d'acqua a pressione atmosferica
- UNI EN 13286-2 Miscele non legate e legate con leganti idraulici - Parte 2: Metodi di prova per la determinazione della massa volumica e del contenuto di acqua di riferimento di laboratorio - Costipamento Proctor
- UNI CEN ISO/TS 17892-11 Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 11: Determinazione della permeabilità con prove a carico costante o a carico variabile
- UNI CEN ISO/TS 17892-12 Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 12: Determinazione dei limiti di Atterberg
- UNI EN ISO 14688-1 Indagini e prove geotecniche - Identificazione e classificazione dei terreni - Identificazione e descrizione
- UNI EN ISO 14688-2 Indagini e prove geotecniche - Identificazione e classificazione dei terreni - Parte 2: Principi per una classificazione



- UNI EN ISO 14689-1 Indagini e prove geotecniche - Identificazione e classificazione delle rocce - Identificazione e descrizione

### 13.3 ESECUZIONE

Ad integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.3, vale quanto segue:

#### 13.3.1 Generalità

1. Gli strati della sovrastruttura stradale senza leganti non devono essere messi in opera in presenza di avverse condizioni climatiche, ad esempio gelo, a meno che la perfetta qualità della prestazione non venga garantita mediante appositi provvedimenti.
2. Se la posizione di condotte, cavi, drenaggi, canali, capisaldi o di altre opere esistenti non può essere indicata con precisione, essa va accertata tramite opportune indagini. Tali misure costituiscono Prestazioni particolari (vedi punto 10.4.2.1).

#### 13.3.2 Piano di appoggio

L'Appaltatore in seguito al controllo delle proprie verifiche del piano di appoggio, deve far valere le proprie perplessità specialmente nei seguenti casi:

- portanza o consistenza insufficiente del sottofondo,
- scostamenti dalla quota, dalla pendenza o dalla planarità previste nel progetto,
- sostanze inquinanti dannose,
- mancanza dei necessari dispositivi di captazione e scarico delle acque affluenti.
- avverse condizioni climatiche (vedi punto 10.3.1.1),
- mancanza di punti di riferimento o capisaldi.

Su richiesta del Committente l'Appaltatore deve mettere a disposizione le verifiche ed i riscontri in suo possesso.

#### 13.3.3 Realizzazione, requisiti

##### 13.3.3.1 Strati di base, strati anticapillari, strati protettivi del piano di appoggio

###### 13.3.3.1.1 Stesa in opera

Le miscele di aggregati ed i terreni vanno distribuiti in maniera che essi restino omogenei e che non possano verificarsi fenomeni di disgregazione.

###### 13.3.3.1.2 Costipamento

Ogni strato va costipato sull'intera superficie uniformemente in funzione dell'impiego; l'umidità della miscela deve essere quella più adatta per la compattazione.

#### **13.3.3.1.3 Superficie**

La superficie dei singoli strati deve risultare di struttura uniforme e presentare una pendenza trasversale sufficiente per il deflusso delle acque. Le superfici aperte al traffico ovvero soggette alle intemperie per un lasso di tempo prolungato, dovranno essere protette, se necessario, con misure specifiche, che costituiscono prestazioni particolari nella misura in cui esse non siano imputabili all'operato dell'Appaltatore (vedi punto 10.4.2.1).

#### **13.3.3.1.4 Posizione in quota degli strati finiti**

Gli strati vanno profilati alle quote prescritte e con il profilo longitudinale e trasversale concordato. Gli scostamenti della superficie dalla quota teorica in nessun punto devono essere superiori a 4 cm.

#### **13.3.3.1.5 Planarità**

Per i singoli strati sono ammissibili scostamenti di planarità dal livello prescritto nei limiti della tolleranza di 3 cm rilevata su una lunghezza di misura di 4 m.

#### **13.3.3.1.6 Spessore**

Per le miscele di aggregati o per i terreni lo spessore minimo di stesa di ogni strato finito e costipato deve assumere i seguenti valori in funzione del passante allo staccio superiore:

- fino a 32 mm 12 cm
- fino a 45 mm 15 cm
- fino a 56 mm 18 cm
- fino a 63 mm 20 cm.

In nessun caso lo spessore dello strato in opera non potrà essere maggiore di 30 cm.

### **13.3.3.2 Strati di usura**

#### **13.3.3.2.1 Stesa in opera**

Le miscele di aggregati ed i terreni vanno distribuiti in maniera che essi restino omogenei e che non possano verificarsi fenomeni di disgregazione.

#### **13.3.3.2.2 Costipazione**

Ogni strato va costipato sull'intera superficie uniformemente in funzione dell'impiego; l'umidità della miscela deve essere quella più adatta per la compattazione.

#### **13.3.3.2.3 Superficie**

La superficie dello strato di usura deve risultare di struttura chiusa ed uniforme; essa deve avere una pendenza trasversale sufficiente per il deflusso delle acque. Per l'intasamento della superficie è ammesso l'apporto di aggregati o terreni di grana fine.

#### **13.3.3.2.4 Posizione in quota degli strati finiti**

Gli strati di usura vanno profilati alle quote prescritte e con il profilo longitudinale e trasversale concordato. Gli scostamenti della superficie dalla quota teorica in nessun punto devono essere superiori a 3 cm.

#### **13.3.3.2.5 Planarità**

Per gli strati di usura sono ammessi scostamenti di planarità dal livello prescritto nei limiti della tolleranza di 2 cm rilevata su una lunghezza di misura di 4 m.

#### **13.3.3.2.6 Spessore**

Per le miscele di aggregati o per i terreni lo spessore minimo di stesa dello strato d'usura finito e costipato deve assumere i seguenti valori in funzione del passante allo staccio superiore:

- fino a 11 mm 3 cm
- fino a 16 mm 5 cm
- fino a 22 mm 7 cm.

#### **13.3.3.3 Strati della sovrastruttura stradale costituiti da miscele di aggregati, terreni e rocce non vagliati**

Gli aggregati vanno stesi in opera con l'umidità ottimale a formare strati uniformi, costipati in funzione dell'impiego ed eventualmente intasati.

### **13.4 PRESTAZIONI ACCESSORIE, PRESTAZIONI PARTICOLARI**

#### **13.4.1 Prestazioni accessorie**

Prestazioni accessorie, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 4.1, sono in particolare:

1. Verifica della condizione delle strade, della superficie del terreno, degli scarichi e simili.
2. Predisposizione di accessi pedonali e veicolari provvisori e simili, eccettuate le prestazioni di cui al punto 10.4.2.4.
3. Indagini e prove sui materiali, compresa la campionatura per documentare l'idoneità e la qualità degli aggregati, delle loro miscele nonché dei terreni e delle rocce ai sensi del punto 10.2.2.1, e 10.2.2.2, nella misura in cui vengono forniti o prodotti dall'Appaltatore.
4. Localizzazione ed ispezione di eventuali infrastrutture esistenti.
5. Predisposizione, conservazione in sito e smontaggio di barriere e di pavimentazioni per la tutela del traffico pubblico e locale, in particolare a seguito di prescrizioni delle autorità competenti.

#### **13.4.2 Prestazioni particolari**

Prestazioni particolari, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di





costruzione di qualsiasi tipologia", punto 14.2, sono per esempio:

1. Provvedimenti secondo i punti 10.3.1.2 e 10.3.3.1.3.
2. Indagini sui terreni e sull'acqua, eccettuate le prestazioni di cui al punto 10.4.1.3.
3. Preparazione del piano di appoggio, per es. compattazione supplementare, livellamento per il raggiungimento delle quote di progetto, rimozione di sostanze inquinanti, qualora tali prestazioni non siano imputabili all'Appaltatore.
4. Realizzazione di vuoti o cavità che nella descrizione delle prestazioni non erano indicate per tipo, dimensioni e numero.
5. Chiusura di vuoti o cavità nonché posa in opera di elementi incorporati.
6. Prestazioni connesse con le verifiche e prove del Committente.
7. Sgombero della neve ed interventi per il mantenimento del traffico durante i periodi di gelo.
8. Misure per il contrasto di condizioni climatiche avverse secondo il punto 10.3.1.1.

### 13.5 CONTABILIZZAZIONE

Ad integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.5 vale quanto segue:

1. Per opere da contabilizzare a volume o a superficie, la larghezza viene rilevata a metà della linea di massima pendenza della scarpata dello strato di aggregati, terreni o rocce finito in opera.
2. Per opere da contabilizzare a superficie, non viene portato in detrazione l'ingombro di cavità o elementi emergenti con superficie singola fino a 1 m<sup>2</sup> nonché rotaie.
3. Per opere da contabilizzare a volume non viene portato in detrazione il volume occupato dalle condotte nonché il volume di cavità o elementi incorporati con sezione media fino a 1 m<sup>2</sup>.

## 14 COSTRUZIONI STRADALI – SOVRASTRUTTURE STRADALI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO

### 14.1 CAMPO DI APPLICAZIONE

1. Le presenti DTC "Costruzioni stradali – Sovrastrutture stradali in conglomerato bituminoso" si applicano per pavimentazioni stradali ed aeroportuali, di piazze, cortili, marciapiedi di stazioni ed impianti ferroviari in conglomerato bituminoso, con
  - a. strati di base,
  - b. strati binder o di collegamento,
  - c. tappeti di usura
  - d. nonché per trattamenti superficiali, strati di protezione e di usura per ponti.
2. Le presenti DTC non si applicano per:
  - a. la realizzazione di strati con materiali di potenziamento contenenti pece o catrame,
  - b. la realizzazione di strati di protezione su impermeabilizzazioni di costruzioni nonché di impermeabilizzazioni, barriere contro l'umidità e massetti di asfalto colato (vedi DTC „Lavori in asfalto colato e mastice d'asfalto “).
3. A titolo integrativo sono applicabili le DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia" (paragrafi da 1.1 a 1.5). In caso di discordanza prevalgono le prescrizioni specifiche delle presenti DTC.

### 14.2 MATERIALI, ELEMENTI COSTRUTTIVI

Fermo restando quanto stabilito con Deliberazione della Giunta Provinciale del 27 dicembre 2013, n. 2006, ad integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 2, vale quanto segue.

Per i materiali impiegati nelle principali applicazioni di conglomerati bituminosi vengono indicate le seguenti prescrizioni.

#### 14.2.1 Tappeto di usura tradizionale a caldo di 1ª categoria (Strade con traffico TIPO 2 e 3)

Il tappeto di usura tradizionale a caldo è un conglomerato bituminoso, dosato a massa o a volume, costituito da aggregati lapidei di primo impiego, bitume semisolido e additivi.

Il tappeto di 1ª categoria si caratterizza per l'impiego di aggregati grossi di natura non carbonatica aventi elevata resistenza alla frammentazione ( $LA \geq 23$ ) ed alla levigabilità ( $PSV \geq 42$ ).

Le miscele impiegate dovranno essere qualificate in conformità al D.lgs. 106/2017 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1.

#### 14.2.1.1 Aggregati

Gli aggregati lapidei costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo. Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fina o di additivazione. Gli aggregati grossi e fini sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi).

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità al D.lgs. 106/2017 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base più gruppo 2 della UNI EN 13043. L'aggregato grosso potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 4.

Tabella 4

AGGREGATO GROSSO			
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	≤25	LA <sub>25</sub>
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	100%	C <sub>100/0</sub>
Dimensione Max	UNI EN 933-1	14 mm	-
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	≤1%	f <sub>1</sub>
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	≤1%	F <sub>1</sub>
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	≤20	FI <sub>20</sub>
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	≤2%	WA <sub>24</sub> 2
Valore di levigabilità	UNI EN 1097-8	≥42	PSV <sub>42</sub>

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima D=4 mm.

L'aggregato fine potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 5. Qualora l'aggregato fine sia ottenuto dalla frantumazione di materiali naturali aventi valore di levigabilità PSV ≥42 il trattenuto allo staccio 2 mm non deve superare il 20 %.

Tabella 5

AGGREGATO FINE			
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	≥70%	-
Quantità di frantumato		≥50%	-
Passante allo staccio 0.063 mm	UNI EN 933-1	≤5%	f <sub>5</sub>

Il filler, frazione per la maggior parte passante allo staccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti.

La granulometria del filler deve essere conforme a quella prevista della norma UNI EN 13043. Il filler deve inoltre soddisfare i requisiti indicati in Tabella 6.

Tabella 6

FILLER			
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	non plastico	-
Porosità del filler compatto secco (Rigden)	UNI EN 1097-4	38-45%	V <sub>38/45</sub>
Stiffening Power	UNI EN 13179-1	8-16 °C	Δ <sub>R&amp;B</sub> 8/16

Il possesso dei requisiti elencati nella Tabella 4, Tabella 5 e Tabella 6 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso. Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Il sistema di attestazione della conformità è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 3, del DPR n. 246/93 93 (Sistema 4: autodichiarazione del produttore).

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

Per i requisiti non dichiarati nell'attestato di conformità CE la Direzione Lavori richiederà la qualifica del materiale da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13043 la qualifica prevedrà sia le prove iniziali di tipo (ITT) che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato dalla stessa UNI EN 13043.

#### 14.2.1.2 Legante

Il legante deve essere costituito da bitume semisolido per applicazioni stradali ottenuto dai processi di raffinazione del petrolio greggio. Saranno utilizzati, a seconda della zona e del periodo di impiego, bitumi appartenenti alla classi di penetrazione 50/70 oppure 70/100, definite dalla UNI EN 12591. La

preferenza di impiego sarà per la classe 50/70 per le temperature più elevate. Le proprietà dei bitumi ed i relativi metodi di prova sono indicate nella Tabella 7.

Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del legante tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per c/terzi.

Tabella 7

BITUME			Tipo 50/70	Tipo 70/100
Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Valori richiesti
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	mm·10 <sup>-1</sup>	50-70	70 - 100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	46-54	43 - 51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ - 8	≤ -10
Viscosità cinematica 135°C	UNI EN 12595	mm <sup>2</sup> /s	≥295	≥230
Solubilità	UNI EN 12592	%	≥ 99	≥ 99
Valori dopo Rolling Thin Film Oven Test RTFOT (163°C)	UNI EN 12607-1			
Variazione di massa	UNI EN 12607-1	%	≤0,5	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥50	≥ 46
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥48	≥ 45
Incremento del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤11	≤11

#### 14.2.1.3 Additivi

Nei tappeti di usura, per migliorare la durabilità all'acqua, devono essere impiegati degli additivi attivanti d'adesione costituiti da sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione bitume-aggregato.

Il loro dosaggio, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto.

La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua richieste per la miscela (tabelle A.1, A.6 e A.7). In ogni caso, l'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180 °C) per lunghi periodi (15 giorni).

L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume potranno essere verificati sulla miscela sfusa o sulle carote mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile (prova

colorimetrica). Per la taratura del sistema di prova, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta ad inviare al Laboratorio della Provincia Autonoma di Bolzano un campione dell'attivante d'adesione che intende utilizzare.

#### 14.2.1.4 Miscela

Il produttore dovrà dichiarare la composizione tipica (target composition) delle miscele impiegate. La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura, deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in Tabella A.5. La percentuale di legante, riferita alla massa della miscela, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tabella 8.

Tabella 8

Serie stacci ISO		STRATO D'USURA		
	mm	AC 12	AC 10	AC 8
Staccio	20.0	100	-	-
Staccio	14	-	100	-
Staccio	12.0	90 – 100	-	100
Staccio	10.0	-	90 – 100	-
Staccio	8.0	72 – 84	75 – 87	90 – 100
Staccio	6.3	-	-	75 – 88
Staccio	4.0	44 – 55	44 – 58	53 – 66
Staccio	2.0	26 – 36	26 – 36	30 – 43
Staccio	0.5	14 – 20	14 – 20	17 – 25
Staccio	0.25	10 – 15	10 – 15	11 – 17
Staccio	0.063	6 – 10	6 – 10	6 – 10
Contenuto di legante B (%)		4,6 – 5,6	4,8 – 5,7	4,9 – 5,8
I valori del contenuto di legante sono riferiti alla massa della miscela. Tali valori devono essere, di volta in volta, adeguati agli aggregati utilizzati moltiplicandoli per il fattore: $a = 2650/\rho_d$ , dove $\rho_d$ è la massa volumica media degli aggregati, in $\text{mg}/\text{m}^3$ , determinata secondo la norma UNI EN 1097-6.				

La quantità di bitume di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con il metodo Marshall (metodo di prova UNI EN 12697-34). In alternativa quando possibile si potrà utilizzare il metodo volumetrico (metodo di prova UNI EN 12697-31).

Nella composizione tipica la miscela per lo strato di usura deve possedere i requisiti riportati in Tabella A.6 ovvero in Tabella 9.

Tabella 9

METODO MARSHALL		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori richiesti
Costipamento 75 colpi x faccia		
Stabilità Marshall	KN	>11
Rigidezza Marshall	KN/mm	3 – 4,5
Vuoti residui (*)	%	3 – 6

Perdita di stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤25
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	N/mm <sup>2</sup>	> 0,7
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C	N/mm <sup>2</sup>	> 70
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤25

(\*) La densità Marshall viene indicata nel seguito con D<sub>M</sub>

METODO VOLUMETRICO		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori richiesti
Angolo di rotazione		1.25° ±0.02
Velocità di rotazione	rotazioni/min	30
Pressione verticale	Kpa	600
Diametro del provino	mm	150
<b>Risultati richiesti</b>		
Vuoti a 10 rotazioni	%	10 – 14
Vuoti a 100 rotazioni (*)	%	4 – 6
Vuoti a 180 rotazioni	%	>2
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (**)	N/mm <sup>2</sup>	>0,6
Coefficiente di trazione indiretta <sup>2</sup> a 25°C (**)	N/mm <sup>2</sup>	>50
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤25
(*) La densità ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D <sub>G</sub>		
(**) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria		

#### 14.2.2 Tappeto di usura tradizionale a caldo con bitume modificato (1° categoria)

Il tappeto di usura tradizionale a caldo è un conglomerato bituminoso, dosato a massa o a volume, costituito da aggregati lapidei di primo impiego, bitume modificato con polimeri e additivi.

Il tappeto di 1a categoria si caratterizza per l'impiego di aggregati grossi di natura non carbonatica aventi elevata resistenza alla frammentazione (LA ≤23) ed alla levigabilità (PSV ≥42).

Le miscele impiegate dovranno essere qualificate in conformità al D.lgs. 106/2017 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1.

##### 14.2.2.1 Aggregati

Gli aggregati lapidei costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo. Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fina o di additivazione. Gli aggregati grossi e fini sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi).

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità al D.lgs. 106/2017 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base più gruppo 2 della UNI EN 13043. L'aggregato grosso potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 10.

Tabella 10

<b>AGGREGATO GROSSO</b>			
<b>Parametro</b>	<b>Metodo di prova</b>	<b>Valori richiesti</b>	<b>Categoria UNI EN 13043</b>
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	≤23	LA <sub>23</sub>
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	100%	C <sub>100/0</sub>
Dimensione Max	UNI EN 933-1	14mm	-
Passante allo staccio 0.063 mm	UNI EN 933-1	≤1%	f <sub>1</sub>
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	≤1%	F <sub>1</sub>
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	≤20	Fl <sub>20</sub>
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	≤2%	WA <sub>24</sub> 2
Valore di levigabilità	UNI EN 1097-8	≥42	PSV <sub>42</sub>

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima D=4 mm.

L'aggregato fine potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 11. Qualora l'aggregato fine sia ottenuto dalla frantumazione di materiali naturali aventi valore di levigabilità PSV ≥42 il trattenuto allo staccio 2mm non deve superare il 20 %.

Tabella 11

<b>AGGREGATO FINE</b>			
<b>Parametro</b>	<b>Metodo di prova</b>	<b>Valori richiesti</b>	<b>Categoria UNI EN 13043</b>
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	≥70%	-
Quantità di frantumato		≥50%	-
Passante allo staccio 0.063 mm	UNI EN 933-1	≤5%	f <sub>5</sub>

Il filler, frazione per la maggior parte passante allo staccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti.

La granulometria del filler deve essere conforme a quella prevista della norma UNI EN 13043. Il filler deve inoltre soddisfare i requisiti indicati in Tabella 12.

Tabella 12



FILLER			
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	non plastico	-
Porosità del filler secco compattato (Rigden)	UNI EN 1097-4	38-45%	V <sub>38/45</sub>
Stiffening Power	UNI EN 13179-1	8-16 °C	Δ <sub>R&amp;B</sub> 8/16

Il possesso dei requisiti elencati nelle Tabella 10, Tabella 11 e Tabella 12 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso. Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Il sistema di attestazione della conformità è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 3, del DPR n. 246/93 93 (Sistema 4: autodichiarazione del produttore).

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

Per i requisiti non dichiarati nell'attestato di conformità CE la Direzione Lavori richiederà la qualifica del materiale da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13043 la qualifica prevedrà sia le prove iniziali di tipo (ITT) che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato dalla stessa UNI EN 13043.

#### 14.2.2.2 Legante

Il legante deve essere costituito da bitume modificato. I bitumi modificati sono bitumi semisolidi contenenti polimeri elastomerici e plastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisiche e meccaniche. Le proprietà richieste per il bitume ed i relativi metodi di prova sono indicate nella Tabella 13.

Tabella 13

BITUME			
Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti
Penetrazione a 25°C	UNI EN1426	mm·10 <sup>-1</sup>	50-70
Punto di rammollimento	UNI EN1427	°C	≥60
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN12593	°C	≤ -12
Viscosità dinamica a 160°C, γ = 10/s	UNI EN 13302	Pa·s	≥0,25
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	%	≥50%
Stabilità allo stoccaggio 3gg a 180°C	UNI EN 13399	°C	≤0,5
Valori dopo RTFOT	UNI EN 12607-1		
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥65
Incremento del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤5

Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del legante tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per c/terzi.

#### 14.2.2.3 Miscele

Il produttore dovrà dichiarare la composizione tipica (target composition) delle miscele impiegate. La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura, deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in Tabella 14. La percentuale di legante, riferita alla massa della miscela, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tabella 14.

Tabella 14

Serie stacci ISO		TAPPETO D'USURA		
	mm	AC 12	AC 10	AC 8
Staccio	20.0	100	-	-
Staccio	14	-	100	-
Staccio	12.0	90 – 100	-	100
Staccio	10.0	-	90 – 100	-
Staccio	8.0	72 – 84	75 – 87	90 – 100
Staccio	6.3	-	-	75 – 88
Staccio	4.0	44 – 55	44 – 58	53 – 66
Staccio	2.0	26 – 36	26 – 36	30 – 43
Staccio	0.5	14 – 20	14 – 20	17 – 25
Staccio	0.25	10 – 15	10 – 15	11 – 17
Staccio	0.063	6 – 10	6 – 10	6 – 10
Contenuto di legante B (%)		4,6 – 5,6	4,8 – 5,7	4,9 – 5,8
I valori del contenuto di legante sono riferiti alla massa della miscela. Tali valori devono essere di volta in volta adeguati agli aggregati utilizzati moltiplicandoli per il fattore: $a^{\circ} = 2650/\rho_d$ , dove $\rho_d$ è la massa volumica media degli aggregati, in $\text{Mg/m}^3$ , determinata secondo la UNI EN 1097-6.				

La quantità di bitume di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con il metodo Marshall (metodo di prova UNI EN 12697-34). In alternativa quando possibile si potrà utilizzare il metodo volumetrico (metodo di prova UNI EN 12697-31).

Nella composizione tipica la miscela per lo strato di usura deve possedere i requisiti riportati in Tabella 15 ovvero in Tabella 16.

Tabella 15

METODO MARSHALL		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori richiesti

<i>Costipamento 75 colpi x faccia</i>		
Stabilità Marshall	KN	>11
Rigidezza Marshall	KN/mm	3 – 4,5
Vuoti residui (*)	%	3 – 6
Perdita di stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤25
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	N/mm <sup>2</sup>	>0,7
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C	N/mm <sup>2</sup>	>70
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤25
(*) La densità Marshall viene indicata nel seguito con D <sub>M</sub>		

Tabella 16

<b>METODO VOLUMETRICO</b>		
<i>Condizioni di prova</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Valori richiesti</i>
Angolo di rotazione		1.25° ±0.02
Velocità di rotazione	Rotazioni/min	30
Pressione verticale	Kpa	600
Diametro del provino	mm	150
<i>Risultati richiesti</i>		
Vuoti a 10 rotazioni	%	10 – 14
Vuoti a 100 rotazioni (*)	%	4 – 6
Vuoti a 180 rotazioni	%	> 2
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (**)	N/mm <sup>2</sup>	> 0,6
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C (**)	N/mm <sup>2</sup>	>50
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤25
(*) La densità ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D <sub>G</sub>		
(**) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria		

#### 14.2.3 Tappeto di usura tradizionale a caldo di 2a categoria (strade con traffico di TIPO 1)

Il tappeto di usura tradizionale a caldo è un conglomerato bituminoso, dosato a massa o a volume, costituito da aggregati lapidei di primo impiego, bitume semisolido e additivi.

Il tappeto di 2a categoria si caratterizza per l'impiego di aggregati grossi che, in parte, possono avere caratteristiche meccaniche meno elevate rispetto a quelle richieste per il tappeto di 1a categoria come sopra prescritte.

Le miscele impiegate dovranno essere qualificate in conformità al D.lgs. 106/2017 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1.

#### 14.2.3.1 Aggregati

Gli aggregati lapidei costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo. Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fina o di additivazione. Gli aggregati grossi e fini sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi).

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità al D.lgs. 106/2017 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base più gruppo 2 della UNI EN 13043.

L'aggregato grosso potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 17.

Tabella 17

<b>AGGREGATO GROSSO</b>			
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	≤25	LA <sub>25</sub>
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	100%	C <sub>100/0</sub>
Dimensione Max	UNI EN 933-1	14 mm	-
Passante allo staccio 0.063 mm	UNI EN 933-1	≤1%	f <sub>1</sub>
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	≤1%	F <sub>1</sub>
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	≤20	FI <sub>20</sub>
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	≤2%	WA <sub>242</sub>
Valore di levigabilità	UNI EN 1097-8	≥42	PSV <sub>42</sub>

La miscela finale degli aggregati deve contenere una frazione grossa pari almeno al 30% del totale degli aggregati (compresi sabbia e filler) di natura non carbonatica con resistenza alla frammentazione LA ≤ 23 ed alla levigabilità PSV ≥ 42

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima D=4 mm.

L'aggregato fine potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 18.

Tabella 18

<b>AGGREGATO FINE</b>			
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	≥70%	-
Quantità di frantumato		≥50%	-
Passante allo staccio 0.063 mm	UNI EN 933-1	≤5%	f <sub>5</sub>

Il filler, frazione per la maggior parte passante allo staccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti.

La granulometria del filler deve essere conforme a quella prevista della norma UNI EN 13043. Il filler deve inoltre soddisfare i requisiti indicati in Tabella 19.

Tabella 19

<b>FILLER</b>			
<i>Parametro</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>Valori richiesti</i>	<i>Categoria UNI EN 13043</i>
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	non plastico	-
Porosità del filler secco compattato (Rigden)	UNI EN 1097-4	38-45%	V <sub>38/45</sub>
Stiffening Power	UNI EN 13179-1	8-16 °C	$\Delta_{R\&B}$ 8/16

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle A1, A2 ed A3 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso. Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori. Il sistema di attestazione della conformità è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 3, del DPR n. 246/93 (Sistema 4: autodichiarazione del produttore).

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

Per i requisiti non dichiarati nell'attestato di conformità CE la Direzione Lavori richiederà la qualifica del materiale da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 ovvero presso il Laboratorio Prove materiali della Provincia Autonoma di Bolzano. Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13043 la qualifica prevedrà sia le prove iniziali di tipo (ITT) che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato dalla stessa UNI EN 13043.

#### 14.2.3.2 Legante

Il legante deve essere costituito da bitume semisolido per applicazioni stradali ottenuto dai processi di raffinazione del petrolio greggio. Saranno utilizzati, a seconda della zona e del periodo di impiego, bitumi appartenenti alla classi di penetrazione 50/70 oppure 70/100, definite dalla UNI EN 12591. La preferenza di impiego sarà per la classe 50/70 per le temperature più elevate.

Le proprietà dei bitumi ed i relativi metodi di prova sono indicate nella Tabella 20.

Tabella 20

BITUME			Tipo 50/70	Tipo 70/100
Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Valori richiesti
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	mm·10 <sup>-1</sup>	50-70	70 – 100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	46-54	43 – 51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ -8	≤ -10
Viscosità cinematica 135°C	UNI EN 12595	mm <sup>2</sup> /s	≥295	≥230
Solubilità	UNI EN 12592	%	≥99	≥99
<i>Valori dopo RTFOT (163°C)</i>				
Variazione di massa	UNI EN 12607-1	%	≤0,5	≤0,8
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥50	≥46
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥48	≥45
Incremento del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤11	≤11

Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del legante tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per c/terzi.

#### 14.2.3.3 Additivi

Nei tappeti di usura, per migliorare la durabilità all'acqua, devono essere impiegati degli additivi attivanti d'adesione costituiti da sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione bitume – aggregato.

Il loro dosaggio, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto.

La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua richieste per la miscela (Tabella 17, Tabella 22 e Tabella 23). In ogni caso, l'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180 °C) per lunghi periodi (15 giorni).

L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume potranno essere verificati sulla miscela sfusa o sulle carote mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile (prova colorimetrica). Per la taratura del sistema di prova, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta ad inviare al Laboratorio della Provincia Autonoma di Bolzano un campione dell'attivante d'adesione che intende utilizzare.

#### 14.2.3.4 Miscele

Il produttore dovrà dichiarare la composizione tipica (target composition) delle miscele impiegate. La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura, deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in Tabella 21. La percentuale di legante, riferita alla massa della miscela, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tabella 21.

Tabella 21

Serie stacci ISO		Strato d'usura		
	mm	AC 12	AC 10	AC 8
Staccio	20.0	100	-	-
Staccio	14	-	100	-
Staccio	12.0	90 – 100	-	100
Staccio	10.0	-	90 – 100	-
Staccio	8.0	72 – 84	75 – 87	90 – 100
Staccio	6.3	-	-	75 – 88
Staccio	4.0	44 – 55	44 – 58	53 – 66
Staccio	2.0	26 – 36	26 – 36	30 – 43
Staccio	0.5	14 – 20	14 – 20	17 – 25
Staccio	0.25	10 – 15	10 – 15	11 – 17
Staccio	0.063	6 – 10	6 – 10	6 – 10
Contenuto di legante B (%)		4,6 – 5,6	4,8 – 5,7	4,9 – 5,8
I valori del contenuto di legante sono riferiti alla massa della miscela. Tali valori devono essere, di volta in volta, adeguati agli aggregati utilizzati moltiplicandoli per il fattore: $a = 2650/\rho_d$ , dove $\rho_d$ è la massa volumica media degli aggregati, in $\text{Mg/m}^3$ , determinata secondo la norma UNI EN 1097-6				

La quantità di bitume di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con il metodo Marshall (metodo di prova UNI EN 12697-34). In alternativa quando possibile si potrà utilizzare il metodo volumetrico (metodo di prova UNI EN 12697-31).

Nella composizione tipica la miscela per lo strato di usura deve possedere i requisiti riportati in Tabella 22 ovvero in Tabella 23.

Tabella 22

<b>METODO MARSHALL</b>		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori richiesti
Costipamento 75 colpi x faccia		
Stabilità Marshall	KN	>11
Rigidezza Marshall	KN/mm	3 – 4,5
Vuoti residui (*)	%	3 – 6
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤25
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	N/mm <sup>2</sup>	>0,7
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C	N/mm <sup>2</sup>	>70
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤25
(*) La densità Marshall viene indicata nel seguito con D <sub>M</sub>		

Tabella 23

<b>METODO VOLUMETRICO</b>		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori richiesti
Angolo di rotazione		1.25° ± 0.02
Velocità di rotazione	rotazioni/min	30
Pressione verticale	Kpa	600
Diametro del provino	mm	150
<b>Risultati richiesti</b>		
Vuoti a 10 rotazioni	%	10 – 14
0Vuoti a 100 rotazioni (*)	%	4 – 6
Vuoti a 180 rotazioni	%	>2
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (**)	N/mm <sup>2</sup>	>0,6
Coefficiente di trazione indiretta <sup>2</sup> a 25 °C (**)	N/mm <sup>2</sup>	>50
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤25
(*) La densità ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D <sub>G</sub>		
(**) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria		

#### 14.2.4 Tappeto di usura tradizionale a caldo con bitume modificato (2ª categoria)

Il tappeto di usura tradizionale a caldo è un conglomerato bituminoso, dosato a massa o a volume, costituito da aggregati lapidei di primo impiego e bitume modificato con polimeri.

Il tappeto di 2ª categoria si caratterizza per l'impiego di aggregati grossi che, in parte, possono avere caratteristiche meccaniche meno elevate rispetto a quelle richieste per il tappeto di 1ª categoria (resistenza alla frammentazione LA ≤25 ed alla levigabilità PSV ≥40).



Le miscele impiegate dovranno essere qualificate in conformità al D.lgs. 106/2017 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1.

#### 14.2.4.1 Aggregati

Gli aggregati lapidei costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo. Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fina o di additivazione. Gli aggregati grossi e fini sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi).

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità al D.lgs. 106/2017 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base più gruppo 2 della UNI EN 13043.

L'aggregato grosso potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 24.

Tabella 24

AGGREGATO GROSSO			
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	≤25	LA <sub>25</sub>
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	100%	C <sub>100/0</sub>
Dimensione Max	UNI EN 933-1	14 mm	-
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	≤1%	f <sub>1</sub>
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	≤1%	F <sub>1</sub>
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	≤20	FI <sub>20</sub>
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	≤2%	WA <sub>24</sub> 2
Valore di levigabilità	UNI EN 1097-8	≥40	PSV <sub>40</sub>

La miscela finale degli aggregati deve contenere una frazione grossa pari almeno al 30% del totale degli aggregati (compresi sabbia e filler) di natura non carbonatica con resistenza alla frammentazione LA ≤ 23 ed alla levigabilità ≥ 42

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima D=4 mm.

L'aggregato fine potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 25.

Tabella 25

AGGREGATO FINE			
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	≥70%	-
Quantità di frantumato		≥50%	-
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	≤5%	f <sub>5</sub>

Il filler, frazione per la maggior parte passante allo staccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fine degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti.

La granulometria del filler deve essere conforme a quella prevista della norma UNI EN 13043. Il filler deve inoltre soddisfare i requisiti indicati in Tabella 26.

Tabella 26

FILLER			
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	non plastico	-
Porosità del filler secco compattato (Rigden)	UNI EN 1097-4	38-45%	V <sub>38/45</sub>
Stiffening Power	UNI EN 13179-1	8-16 °C	Δ <sub>R&amp;B</sub> 8/16

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle A1, A2 ed A3 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso. Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori. Il sistema di attestazione della conformità è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 3, del DPR n. 246/93 93 (Sistema 4: autodichiarazione del produttore).

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

Per i requisiti non dichiarati nell'attestato di conformità CE la Direzione Lavori richiederà la qualifica del materiale da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Per i requisiti contenuti nella norma UNI EN 13043 la qualifica prevedrà sia le prove iniziali di tipo (ITT) che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato dalla stessa norma UNI EN 13043.

#### 14.2.4.2 Legante

Il legante deve essere costituito da bitume modificato. I bitumi modificati sono bitumi semisolidi contenenti polimeri elastomerici e plastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisiche e meccaniche. Le proprietà richieste per il bitume ed i relativi metodi di prova sono indicate nella Tabella 27.

Tabella 27

BITUME			
Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	mm·10 <sup>-1</sup>	50-70
Punto di ramollimento	UNI EN 1427	°C	≥60
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ -12
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10/s$	UNI EN 13302	Pa·s	≥0,25
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	%	≥50%
Stabilità allo stoccaggio 3 gg a 180°C	UNI EN 13399	°C	≤0,5
Valori dopo RTFOT	UNI EN 12607-1		
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN1426	%	≥65
Incremento del punto di ramollimento	UNI EN1427	°C	≤5

Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del legante tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per c/terzi.

#### 14.2.4.3 2Miscele

Il produttore dovrà dichiarare la composizione tipica (target composition) delle miscele impiegate. La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura, deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in Tabella 28. La percentuale di legante, riferita alla massa della miscela, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tabella 28.

Tabella 28

Serie stacci ISO		STRATI DI USURA		
	mm	AC 12	AC 10	AC 8
Staccio	20.0	100	-	-
Staccio	14	-	100	-
Staccio	12.0	90 – 100	-	100
Staccio	10.0	-	90 – 100	-
Staccio	8.0	72 – 84	75 – 87	90 – 100
Staccio	6.3	-	-	75 – 88
Staccio	4.0	44 – 55	44 – 58	53 – 66
Staccio	2.0	26 – 36	26 – 36	30 – 43
Staccio	0.5	14 – 20	14 – 20	17 – 25
Staccio	0.25	10 – 15	10 – 15	11 – 17
Staccio	0.063	6 – 10	6 – 10	6 – 10
Contenuto di legante B (%)		4,6 – 5,6	4,8 – 5,7	4,9 – 5,8
I valori del contenuto di legante sono riferiti alla massa della miscela. Tali valori devono essere, di volta in volta, adeguati agli aggregati utilizzati moltiplicandoli per il fattore: $a = 2650/\rho_d$ , dove $\rho_d$ è la massa volumica media degli aggregati, in Mg/m <sup>3</sup> , determinata secondo la norma UNI EN 1097-6.				

La quantità di bitume di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con il metodo Marshall (metodo di prova UNI EN 12697-34). In alternativa quando possibile si potrà utilizzare il metodo volumetrico (metodo di prova UNI EN 12697-31).

Nella composizione tipica la miscela per lo strato di usura deve possedere i requisiti riportati in Tabella 29 ovvero in Tabella 30.

Tabella 29

<b>METODO MARSHALL</b>		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori richiesti
Costipamento 75 colpi x faccia		
Stabilità Marshall	KN	>11
Rigidezza Marshall	KN/mm	3 – 4,5
Vuoti residui (*)	%	3 – 6
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤25
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	N/mm <sup>2</sup>	> 0,7
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C	N/mm <sup>2</sup>	> 70
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤25
(*) La densità Marshall viene indicata nel seguito con D <sub>M</sub>		

Tabella 30

<b>METODO VOLUMETRICO</b>		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori richiesti
Angolo di rotazione		1.25° ± 0.02
Velocità di rotazione	Rotazioni/min	30
Pressione verticale	Kpa	600
Diametro del provino	mm	150
<b>Risultati richiesti</b>		
Vuoti a 10 rotazioni	%	10 – 14
Vuoti a 100 rotazioni (*)	%	4 – 6
Vuoti a 180 rotazioni	%	>2
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (**)	N/mm <sup>2</sup>	>0,6
Coefficiente di trazione indiretta <sup>2</sup> a 25 °C (**)	N/mm <sup>2</sup>	>50
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤25
(*) La densità ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D <sub>G</sub>		
(**) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria		

#### 14.2.5 Binder tradizionale a caldo

Il binder tradizionale a caldo è un conglomerato bituminoso, dosato a massa o a volume, costituito da aggregati lapidei di primo impiego, bitume semisolido e additivi.

Le miscele impiegate dovranno essere qualificate in conformità al D.lgs. 106/2017 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1.

#### 14.2.5.1 Aggregati

Gli aggregati lapidei costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo. Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fina o di additivazione. Gli aggregati grossi e fini sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi).

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità al D.lgs. 106/2017 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base più gruppo 2 della UNI EN 13043.

L'aggregato grosso potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 31.

Tabella 31

<b>AGGREGATO GROSSO</b>			
<i>Parametro</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>Valori richiesti</i>	<i>Categoria UNI EN 13043</i>
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	≤30	LA <sub>30</sub>
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	≥80%	C <sub>80/0</sub>
Dimensione Max	UNI EN 933-1	30 mm	-
Passante allo staccio 0.063 mm	UNI EN 933-1	≤1%	f <sub>1</sub>
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	≤1%	F <sub>1</sub>
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	≤30	F <sub>I30</sub>
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	≤2%	WA <sub>242</sub>

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima D=4 mm.

L'aggregato fine potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 32.

Tabella 32

<b>AGGREGATO FINE</b>			
<i>Parametro</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>Valori richiesti</i>	<i>Categoria UNI EN 13043</i>
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	≥70%	-
Quantità di frantumato		≥50%	-
Passante allo staccio 0.063 mm	UNI EN 933-1	≤5%	f <sub>5</sub>

Il filler, frazione per la maggior parte passante allo staccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti.

La granulometria del filler deve essere conforme a quella prevista della norma UNI EN 13043. Il filler deve inoltre soddisfare i requisiti indicati in Tabella 33.

Tabella 33

<b>FILLER</b>			
<i>Parametro</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>Valori richiesti</i>	<i>Categoria UNI EN 13043</i>
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	non plastico	-
Porosità del filler secco compattato (Rigden)	UNI EN 1097-4	38-45%	V <sub>38/45</sub>
Stiffening Power	UNI EN 13179-1	8-16 °C	$\Delta_{R\&B}8/16$

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle Tabella 31, Tabella 32 e Tabella 33 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso. Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Il sistema di attestazione della conformità è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 3, del DPR n. 246/93 93 (Sistema 4: autodichiarazione del produttore).

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

Per i requisiti non dichiarati nell'attestato di conformità CE la Direzione Lavori richiederà la qualifica del materiale da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13043 la qualifica prevedrà sia le prove iniziali di tipo (ITT) che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato dalla stessa UNI EN 13043.

#### 14.2.5.2 Legante

Il legante deve essere costituito da bitume semisolido per applicazioni stradali ottenuto dai processi di raffinazione del petrolio greggio. Saranno utilizzati, a seconda della zona e del periodo di impiego, bitumi appartenenti alle classi di penetrazione 50/70 oppure 70/100, definite dalla UNI EN 12591. La preferenza di impiego sarà per la classe 50/70 per le temperature più elevate. Le proprietà dei bitumi ed i relativi metodi di prova sono indicate nella Tabella 34.

Tabella 34

BITUME			Tipo 50/70	Tipo 70/100
Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Valori richiesti
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	mm·10 <sup>-1</sup>	50-70	70 - 100
Punto di ramollimento	UNI EN 1427	°C	46-54	43 - 51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ -8	≤ -10
Viscosità cinematica 135°C	UNI EN 12595	mm <sup>2</sup> /s	≥295	≥230
Solubilità	UNI EN 12592	%	≥99	≥99
Valori dopo RTFOT (163°C)	UNI EN 12607-1			
Variazione di massa	UNI EN 12607-1	%	≤0,5	≤0,8
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥50	≥46
Punto di ramollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 48	≥45
Incremento del punto di ramollimento	UNI EN 1427	°C	≤11	≤11

Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del legante tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per c/terzi.

#### 14.2.5.3 Additivi

Nei conglomerati bituminosi per lo strato di binder, per migliorare la durabilità all'acqua, devono essere impiegati degli additivi attivanti d'adesione costituiti da sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione bitume-aggregato.

Il loro dosaggio, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto.

La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua richieste per la miscela (tabelle Tabella 31, Tabella 36 e Tabella 37). In ogni caso, l'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180 °C) per lunghi periodi (15 giorni).

L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume potranno essere verificati sulla miscela sfusa o sulle carote mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile (prova colorimetrica). Per la taratura del sistema di prova, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta ad inviare al Laboratorio della Provincia Autonoma di Bolzano un campione dell'attivante d'adesione che intende utilizzare.

#### 14.2.5.4 Miscela

Il produttore dovrà dichiarare la composizione tipica (target composition) delle miscele impiegate.

La miscela degli aggregati da adottarsi per il binder, deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in Tabella 35. La percentuale di legante, riferita alla massa della miscela, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tabella 35.

Tabella 35

<b>Serie stacci ISO</b>		<b>Binder</b>	
	mm	AC 20	AC 16
Staccio	32	100	-
Staccio	22.4		100
Staccio	20	90 – 100	
Staccio	16		90 – 100
Staccio	10	56 – 68	73 – 85
Staccio	4	37 – 48	45 – 56
Staccio	2	23 – 33	28 – 38

Staccio	0.5	11 – 17	16 – 24
Staccio	0.25	6 – 12	11 – 18
Staccio	0.063	4 – 7	4 – 8
Contenuto di legante B (%)		4.3 – 5.2	4.3 – 5.2
I valori del contenuto di legante sono riferiti alla massa della miscela. Tali valori devono essere, di volta in volta, adeguati agli aggregati utilizzati moltiplicandoli per il fattore: $a = 2650/\rho_d$ , dove $\rho_d$ è la massa volumica media degli aggregati, in $Mg/m^3$ , determinata secondo la norma UNI EN 1097-6.			

La quantità di bitume di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con il metodo Marshall (metodo di prova UNI EN 12697-34). In alternativa quando possibile si potrà utilizzare il metodo volumetrico (metodo di prova UNI EN 12697-31).

Nella composizione tipica la miscela per lo strato binder deve possedere i requisiti riportati in Tabella 36 ovvero in Tabella 37.

Tabella 36

<b>METODO MARSHALL</b>		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori richiesti
Costipamento 75 colpi x faccia		
Stabilità Marshall	KN	>10
Rigidezza Marshall	KN/mm	3–4,5
Vuoti residui (*)	%	4 – 6
Perdita di stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤25
(*) La densità Marshall viene indicata nel seguito con $D_M$		

Tabella 37



METODO VOLUMETRICO		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori richiesti
Angolo di rotazione		$1.25^\circ \pm 0.02$
Velocità di rotazione	rotazioni/min	30
Pressione verticale	Kpa	600
Diametro del provino	mm	150
<i>Risultati richiesti</i>		
Vuoti a 10 rotazioni	%	10 – 14
Vuoti a 100 rotazioni (*)	%	3 – 5
Vuoti a 180 rotazioni	%	>2
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤25
(*) La densità ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con $D_G$		
(**) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria		

#### 14.2.6 Binder tradizionale a caldo con bitume modificato

I binder tradizionali a caldo con bitume modificato è un conglomerato bituminoso, dosato a massa o a volume, costituito da aggregati lapidei di primo impiego, bitume modificato con polimeri e additivi.

Le miscele impiegate dovranno essere qualificate in conformità al D.lgs. 106/2017 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1.

##### 14.2.6.1 Aggregati

Gli aggregati lapidei costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo. Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fina o di additivazione. Gli aggregati grossi e fini sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi).

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità al D.lgs. 106/2017 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base più gruppo 2 della UNI EN 13043.

L'aggregato grosso potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 38.

Tabella 38

AGGREGATO GROSSO			
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	≤30	LA <sub>30</sub>
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	≥80%	C <sub>80/0</sub>
Dimensione Max	UNI EN 933-1	30 mm	-
Passante allo staccio 0.063 mm	UNI EN 933-1	≤1%	f <sub>1</sub>
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	≤1%	F <sub>1</sub>
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	≤30	Fl <sub>30</sub>
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	≤2%	WA <sub>242</sub>

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima D=4 mm.

L'aggregato fine potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 32.

Tabella 39

AGGREGATO FINE			
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	≥70%	-
Quantità di frantumato		≥50%	-
Passante allo staccio 0.063 mm	UNI EN 933-1	≤5%	f <sub>5</sub>

Il filler, frazione per la maggior parte passante allo staccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti.

La granulometria del filler deve essere conforme a quella prevista della norma UNI EN 13043. Il filler deve inoltre soddisfare i requisiti indicati in Tabella 40.

Tabella 40

FILLER			
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	non plastico	-
Porosità del filler secco compattato (Rigden)	UNI EN 1097-4	38-45%	V <sub>38/45</sub>
Stiffening Power	UNI EN 13179-1	8-16 °C	Δ <sub>R&amp;B</sub> 8/16

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle Tabella 38, Tabella 39 e Tabella 40 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso. Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Il sistema di attestazione della conformità è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 3, del DPR n. 246/93 93 (Sistema 4: autodichiarazione del produttore).

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

Per i requisiti non dichiarati nell'attestato di conformità CE la Direzione Lavori richiederà la qualifica del materiale da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13043 la qualifica prevedrà sia le prove iniziali di tipo (ITT) che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato dalla stessa UNI EN 13043.

#### 14.2.6.2 Legante

Il legante deve essere costituito da bitume modificato. I bitumi modificati sono bitumi semisolidi contenenti polimeri elastomerici e plastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisiche e meccaniche.

Le proprietà richieste per il bitume ed i relativi metodi di prova sono indicate nella Tabella 41.

Tabella 41

<b>BITUME</b>			
<i>Parametro</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Valori richiesti</i>
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	mm·10 <sup>-1</sup>	50-70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥60
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ -12
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10/s$	UNI EN 13302	Pa·s	≥0,25
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	%	≥50%
Stabilità allo stoccaggio 3gg a 180°C	UNI EN 13399	°C	≤0,5
<i>Valori dopo RTFOT</i>	UNI EN 12607-1		
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥65
Incremento del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤5

Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del legante tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per c/terzi.

#### 14.2.6.3 Miscela

Il produttore dovrà dichiarare la composizione tipica (target composition) delle miscele impiegate. La miscela degli aggregati da adottarsi per il binder, deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in Tabella 42. La percentuale di legante, riferita alla massa della miscela, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tabella 42.

Tabella 42

<b>Serie stacci ISO</b>		<b>Binder</b>	
	mm	AC 20	AC 16
Staccio	32	100	-
Staccio	22.4		100
Staccio	20	90 – 100	
Staccio	16		90 – 100
Staccio	10	56 – 68	73 – 85
Staccio	4	37 – 48	45 – 56
Staccio	2	23 – 33	28 – 38
Staccio	0.5	11 – 17	16 – 24
Staccio	0.25	6 – 12	11 – 18
Staccio	0.063	4 – 7	4 – 8
Contenuto di legante B (%)		4.3 – 5.2	4.3 – 5.2
I valori del contenuto di legante sono riferiti alla massa della miscela. Tali valori devono essere, di volta in volta, adeguati agli aggregati utilizzati moltiplicandoli per il fattore: $a = 2650/\rho_d$ , dove $\rho_d$ è la massa volumica media degli aggregati, in $\text{Mg/m}^3$ , determinata secondo la norma UNI EN 1097-6.			

La quantità di bitume di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con il metodo Marshall (metodo di prova UNI EN 12697-34). In alternativa quando possibile si potrà utilizzare il metodo volumetrico (metodo di prova UNI EN 12697-31).

Nella composizione tipica la miscela per lo strato binder deve possedere i requisiti riportati in Tabella 43 ovvero in Tabella 44.

Tabella 43

<b>METODO MARSHALL</b>		
<i>Condizioni di prova</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Valori richiesti</i>
Costipamento 75 colpi x faccia		
Stabilità Marshall	KN	>10
Rigidezza Marshall	KN/mm	3–4,5
Vuoti residui (*)	%	4 – 6
Perdita di stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤25
(*) La densità Marshall viene indicata nel seguito con $D_M$		

Tabella 44

METODO VOLUMETRICO		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori richiesti
Angolo di rotazione		$1.25^\circ \pm 0.02$
Velocità di rotazione	rotazioni/min	30
Pressione verticale	Kpa	600
Diametro del provino	mm	150
<i>Risultati richiesti</i>		
Vuoti a 10 rotazioni	%	10 – 14
Vuoti a 100 rotazioni (*)	%	3 – 5
Vuoti a 180 rotazioni	%	>2
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤25
(*) La densità ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con $D_G$		
(**) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria		

#### 14.2.7 Conglomerato bituminoso per strati di base tradizionale a caldo

Il conglomerato bituminoso per strati di base (tradizionale a caldo) è una miscela dosata a massa o a volume, costituita da aggregati lapidei di primo impiego, bitume semisolido e additivi.

Le miscele impiegate dovranno essere qualificate in conformità al D.lgs. 106/2017 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1.

##### 14.2.7.1 Aggregati

Gli aggregati lapidei costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo. Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fina o di additivazione. Gli aggregati grossi e fini sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi).

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità al D.lgs. 106/2017 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base più gruppo 2 della UNI EN 13043.

L'aggregato grosso potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 45.

Tabella 45

AGGREGATO GROSSO			
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	≤30	LA <sub>30</sub>
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	≥70	C <sub>70/0</sub>
Dimensione Max	UNI EN 933-1	40 mm	-
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	≤1%	f <sub>1</sub>
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	≤1%	F <sub>1</sub>
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	≤30	FI <sub>30</sub>
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	≤2%	WA <sub>242</sub>

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima D=4 mm.

L'aggregato fine potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 46.

Tabella 46

AGGREGATO FINE			
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	≥70%	-
Quantità di frantumato		≥50%	-
Passante allo staccio 0.063 mm	UNI EN 933-1	≤5%	f <sub>5</sub>

Il filler, frazione per la maggior parte passante allo staccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti.

La granulometria del filler deve essere conforme a quella prevista della norma UNI EN 13043. Il filler deve inoltre soddisfare i requisiti indicati in Tabella 47.

Tabella 47

FILLER			
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	non plastico	-
Porosità del filler secco compattato (Rigden)	UNI EN 1097-4	38-45%	V <sub>38/45</sub>
Stiffening Power	UNI EN 13179-1	8-16 °C	Δ <sub>R&amp;B</sub> 8/16

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle Tabella 45, Tabella 46 e Tabella 47 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso. Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Il sistema di attestazione della conformità è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 3, del DPR n. 246/93 93 (Sistema 4: autodichiarazione del produttore).

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

Per i requisiti non dichiarati nell'attestato di conformità CE la Direzione Lavori richiederà la qualifica del materiale da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13043 la qualifica prevedrà sia le prove iniziali di tipo (ITT) che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato dalla stessa UNI EN 13043.

#### 14.2.7.2 Legante

Il legante deve essere costituito da bitume semisolido per applicazioni stradali ottenuto dai processi di raffinazione del petrolio greggio. Saranno utilizzati, a seconda della zona e del periodo di impiego, bitumi appartenenti alle classi di penetrazione 50/70 oppure 70/100, definite dalla UNI EN 12591. La preferenza di impiego sarà per la classe 50/70 per le temperature più elevate. Le proprietà dei bitumi ed i relativi metodi di prova sono indicate nella Tabella 48.

Tabella 48

BITUME			Tipo 50/70	Tipo 70/100
Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Valori richiesti
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	mm·10 <sup>-1</sup>	50-70	70 - 100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	46-54	43 - 51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ -8	≤ -10
Viscosità cinematica 135°C	UNI EN 12595	mm <sup>2</sup> /s	≥295	≥230
Solubilità	UNI EN 12592	%	≥99	≥99
Valori dopo RTFOT (163°C)	UNI EN 12607-1			
Variazione di massa	UNI EN 12607-1	%	≤0,5	≤0,8
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥50	≥46
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 48	≥45
Incremento del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤11	≤11

Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del legante tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per c/terzi.

#### 14.2.7.3 Additivi

Nei conglomerati bituminosi per lo strato di base, per migliorare la durabilità all'acqua, devono essere impiegati degli additivi attivanti d'adesione costituiti da sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione bitume-aggregato.

Il loro dosaggio, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto.

La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le

caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua richieste per la miscela (tabelle Tabella 31, Tabella 36 e Tabella 37). In ogni caso, l'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180 °C) per lunghi periodi (15 giorni).

L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume potranno essere verificati sulla miscela sfusa o sulle carote mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile (prova colorimetrica). Per la taratura del sistema di prova, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta ad inviare al Laboratorio Prove un campione dell'attivante d'adesione che intende utilizzare.

#### 14.2.7.4 Miscela

Il produttore dovrà dichiarare la composizione tipica (target composition) delle miscele impiegate. La miscela degli aggregati da adottarsi per i conglomerati per strati di base, deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in Tabella 49. La percentuale di legante, riferita alla massa della miscela, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tabella 49.

Tabella 49

Serie stacci ISO		Strato di base
	mm	AC 0/32
Staccio	63	100
Staccio	32	90 – 100
Staccio	20	69 – 82
Staccio	8	45 – 56
Staccio	2	21 – 31
Staccio	0.5	10 – 17
Staccio	0.25	6 – 12
Staccio	0.063	4 – 7
Contenuto di legante B (%)		3.8 – 4.8
I valori del contenuto di legante sono riferiti alla massa della miscela. Tali valori devono essere, di volta in volta, adeguati agli aggregati utilizzati moltiplicandoli per il fattore: $a = 2650/\rho_d$ , dove $\rho_d$ è la massa volumica media degli aggregati, in $\text{Mg/m}^3$ , determinata secondo la UNI EN 1097-6.		

La quantità di bitume di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con il metodo Marshall (metodo di prova UNI EN 12697-34). In alternativa quando possibile si potrà utilizzare il metodo volumetrico (metodo di prova UNI EN 12697-31).

Nella composizione tipica la miscela per lo strato binder deve possedere i requisiti riportati in Tabella 50 ovvero in Tabella 51.

Tabella 50



METODO MARSHALL		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori richiesti
Costipamento 75 colpi x faccia		
Stabilità Marshall	KN	8
Rigidità Marshall	kN/mm	>2,5
Vuoti residui (*)	%	4 – 6
Perdita di stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤25
(*) La densità Marshall viene indicata nel seguito con D <sub>M</sub>		

Tabella 51

METODO VOLUMETRICO		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori richiesti
Angolo di rotazione		1.25° ± 0.02
Velocità di rotazione	Rotazioni/min	30
Pressione verticale	Kpa	600
Diametro del provino	mm	150
Risultati richiesti		
Vuoti a 10 rotazioni	%	10 – 14
Vuoti a 100 rotazioni (*)	%	3 – 5
Vuoti a 180 rotazioni	%	> 2
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤25
(*) La densità ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D <sub>G</sub>		
(**) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria		

#### 14.2.8 Conglomerato bituminoso per strati di base tradizionale a caldo con bitume modificato

Il conglomerato bituminoso a caldo per strati di base, confezionato con bitume modificato, è una miscela dosata a massa o a volume, costituita da aggregati lapidei di primo impiego, bitume modificato con polimeri e additivi.

Le miscele impiegate dovranno essere qualificate in conformità al D.lgs. 106/2017 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1.

##### 14.2.8.1 Aggregati

Gli aggregati lapidei costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo. Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fina o di additivazione. Gli aggregati grossi e fini sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi).

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità al D.lgs. 106/2017 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base più gruppo 2 della UNI EN 13043.

L'aggregato grosso potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 52.

Tabella 52

<b>AGGREGATO GROSSO</b>			
<i>Parametro</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>Valori richiesti</i>	<i>Categoria UNI EN 13043</i>
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	≤30	LA <sub>30</sub>
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	≥70	C <sub>70/0</sub>
Dimensione Max	UNI EN 933-1	40 mm	-
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	≤1%	f <sub>1</sub>
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	≤1%	F <sub>1</sub>
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	≤30	FI <sub>30</sub>
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	≤2%	WA <sub>24</sub> 2

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima D=4 mm.

L'aggregato fine potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 53.

Tabella 53

<b>AGGREGATO FINE</b>			
<i>Parametro</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>Valori richiesti</i>	<i>Categoria UNI EN 13043</i>
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	≥70%	-
Quantità di frantumato		≥50%	-
Passante allo staccio 0.063 mm	UNI EN 933-1	≤5%	f <sub>5</sub>

Il filler, frazione per la maggior parte passante allo staccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti.

La granulometria del filler deve essere conforme a quella prevista della norma UNI EN 13043. Il filler deve inoltre soddisfare i requisiti indicati in Tabella 54.

Tabella 54

FILLER			
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	non plastico	-
Porosità del filler secco compattato (Rigden)	UNI EN 1097-4	38-45%	V <sub>38/45</sub>
Stiffening Power	UNI EN 13179-1	8-16 °C	$\Delta_{R\&B}$ 8/16

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle Tabella 52, Tabella 53 e Tabella 54 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso. Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Il sistema di attestazione della conformità è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 3, del DPR n. 246/93 93 (Sistema 4: autodichiarazione del produttore).

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

Per i requisiti non dichiarati nell'attestato di conformità CE la Direzione Lavori richiederà la qualifica del materiale da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13043 la qualifica prevedrà sia le prove iniziali di tipo (ITT) che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato dalla stessa UNI EN 13043.

#### 14.2.8.2 Legante

Il legante deve essere costituito da bitume modificato. I bitumi modificati sono bitumi semisolidi contenenti polimeri elastomerici e plastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisiche e meccaniche.

Le proprietà richieste per il bitume ed i relativi metodi di prova sono indicate nella Tabella 55.

Tabella 55

BITUME			
Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	mm · 10 <sup>-1</sup>	50-70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 60
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ - 12
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10/s$	UNI EN 13302	Pa · s	≥ 0,25
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	%	≥ 50%
Stabilità allo stoccaggio 3 gg a 180°C	UNI EN 13399	°C	≤ 0,5
Valori dopo RTFOT	UNI EN 12607-1		
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥ 65
Incremento del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 5

Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del legante tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per c/terzi.

#### 14.2.8.3 Miscela

Il produttore dovrà dichiarare la composizione tipica (target composition) delle miscele impiegate. La miscela degli aggregati da adottarsi per i conglomerati per strati di base, deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in Tabella 56. La percentuale di legante, riferita alla massa della miscela, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tabella 56.

Tabella 56

Serie stacci ISO		Strato di base
	mm	AC 0/32
Staccio	63	100
Staccio	32	90 – 100
Staccio	20	69 – 82
Staccio	8	45 – 56
Staccio	2	21 – 31
Staccio	0.5	10 – 17
Staccio	0.25	6 – 12
Staccio	0.063	4 – 7
Contenuto di legante B (%)		3.8 – 4.8
I valori del contenuto di legante sono riferiti alla massa della miscela. Tali valori devono essere, di volta in volta, adeguati agli aggregati utilizzati moltiplicandoli per il fattore: $a = 2650/\rho_d$ , dove $\rho_d$ è la massa volumica media degli aggregati, in $\text{Mg/m}^3$ , determinata secondo la UNI EN 1097-6.		

La quantità di bitume di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con il metodo Marshall (metodo di prova UNI EN 12697-34). In alternativa quando possibile si potrà utilizzare il metodo volumetrico (metodo di prova UNI EN 12697-31).

Nella composizione tipica la miscela per lo strato binder deve possedere i requisiti riportati in Tabella 57 ovvero in Tabella 58.

Tabella 57

METODO MARSHALL		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori richiesti
Costipamento 75 colpi x faccia		
Stabilità Marshall	KN	10
Rigidezza Marshall	KN/mm	> 3,0
Vuoti residui (*)	%	4 – 6
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25
(*) La densità Marshall viene indicata nel seguito con $D_M$		

Tabella 58

METODO VOLUMETRICO		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori richiesti
Angolo di rotazione		1.25° ± 0.02
Velocità di rotazione	Rotazioni/min	30
Pressione verticale	Kpa	600
Diametro del provino	mm	150
<b>Risultati richiesti</b>		
Vuoti a 10 rotazioni	%	10 – 14
Vuoti a 100 rotazioni (*)	%	3 – 5
Vuoti a 180 rotazioni	%	> 2
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤25
(*) La densità ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D <sub>G</sub>		
(**) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria		

Sulla miscela definita con la pressa giratoria (provini confezionati al 98% della D<sub>G</sub>) deve essere sperimentalmente determinato un opportuno parametro di rigidità (modulo complesso E\*, modulo elastico, ecc.) che deve soddisfare le prescrizioni per esso indicate nel progetto della pavimentazione ed ha la funzione di costituire il riferimento per i controlli alla stesa.

### 14.3 ESECUZIONE

Fermo restando quanto stabilito con Deliberazione della Giunta Provinciale del 27 dicembre 2013, n. 2006, a completamento di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 3 vale quanto segue:

#### 14.3.1 Generalità

Gli strati della sovrastruttura stradale e gli strati protettivi della superficie non devono essere eseguiti in condizioni di umidità o con basse temperature dell'aria se non si assicura, mediante appositi provvedimenti, che la qualità della prestazione non venga pregiudicata.

#### 14.3.2 Tappeto di usura tradizionale a caldo di 1a categoria (Strade con traffico TIPO 2 e 3)

##### 14.3.2.1 Accettazione delle miscele

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle di cui al punto 11.2.1.4 viene verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE delle miscele. Gli attestati devono essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori. Su richiesta della Direzione Lavori devono inoltre essere fornite le registrazioni delle prove effettuate per il controllo di produzione di fabbrica degli ultimi 3 mesi. Le frequenze di prova per il controllo di produzione di fabbrica devono essere quelle relative al livello di controllo Y (livello intermedio).

Il sistema di attestazione della conformità è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B,

procedura 1, del DPR n. 246/93 93 (Sistema 2+).

Per i requisiti non dichiarati nell'attestato di conformità CE la Direzione Lavori può chiedere la qualifica del materiale da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13108-1 la qualifica prevede sia le prove iniziali (ITT) che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato nelle UNI EN 13108 parti 20 e 21.

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore. I controlli di accettazione possono essere effettuati sulle miscele prelevate alla stesa, come pure sulle carote prelevate in sito. Per queste ultime si tiene conto della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

#### **14.3.2.2 Confezionamento delle miscele**

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati. Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a massa, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata allo stoccaggio degli aggregati deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli aggregati con il legante.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in massa.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 150°C e 170°C e quella del legante tra 150°C e 160°C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

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

#### 14.3.2.3 Preparazione delle superfici di stesa

Prima della realizzazione del tappeto di usura è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose cationiche a rottura rapida con il 60% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808: C 60 B 4).

Le caratteristiche del materiale da impiegare sono riportate in Tabella 59.

Nel caso di nuove costruzioni (stesa del tappeto sopra al binder) il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0.30 kg/m<sup>2</sup>, nel caso di ricarica (stesa di nuovo tappeto su quello esistente) il dosaggio deve essere di 0.35 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo, nel caso di stesa su pavimentazione precedentemente fresata il dosaggio deve essere di 0.40 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo. E' ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche diversamente diluite a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) ed il dosaggio siano gli stessi.

Tabella 59

EMULSIONE C 60 B 4			
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Classe secondo UNI EN 13808
Polarità	UNI EN 1430	Positiva	2
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	40+/-1%	-
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	60+/-1%	5
Contenuto di legante (bitume+flussante)	UNI EN 1431	>59%	5
Contenuto di flussante	UNI EN 1431	<3%	3
Sedimentazione a 7gg	UNI EN 12847	≤10%	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	70 – 130	4
<i>Residuo bituminoso (per evaporazione)</i>			
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	≤100 mm·10 <sup>-1</sup>	-
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	> 40°C	-

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

#### 14.3.2.4 Posa in opera

La posa in opera del tappeto di usura viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi. Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente. Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino sfalsati di almeno 20 cm rispetto a quelli dello strato sottostante e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti 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 deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione del tappeto di usura deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato con rullo tandem a ruote metalliche della massa massimo di 12 t.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa del tappeto di usura verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

#### **14.3.2.5 Controlli**

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.





L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella Tabella 60.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Le prove saranno eseguite da un Laboratorio indicato dal Committente.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità.

Sulla miscela vengono determinate: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione e vengono effettuate prove Marshall per la determinazione di stabilità e rigidezza (UNI EN 12697-34). Inoltre sui provini compattati con il metodo Marshall sono determinati la massa volumica di riferimento D M (UNI EN 12697-9), la percentuale dei vuoti residui (UNI EN12697-8), la perdita di stabilità dopo 15 giorni di immersione in acqua (CNR n. 121/87) e la resistenza alla trazione indiretta (UNI EN 13286-42).

Dopo la stesa la Direzione Lavori preleverà delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.

Sulle carote vengono determinati: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione, la massa volumica e la percentuale dei vuoti residui.

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, assumendo per i valori con spessore in eccesso di oltre il 5%, rispetto a quello di progetto, valori corrispondenti allo spessore di progetto moltiplicato per 1,05.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = s + 0,2 \cdot s^2$$

dove s è lo scostamento in percentuale dal valore di progetto valutato con

$$s = \frac{(S_{\text{progetto}} - S_{\text{misurato}} \cdot \gamma_{\text{carota}} / (0,98 \cdot \gamma_{\text{miscela}}))}{S_{\text{progetto}}} \cdot 100$$

$\gamma_{\text{miscela}}$  è quello riportato nello studio della miscela (DM e DG di cui alle tabelle del punto 11.2.1.4);

in assenza dello studio della miscela si farà riferimento alla massa volumica dei provini Marshall confezionati con il conglomerato prelevato al momento della stesa.

Nei casi in cui risulti  $s > 15$  si procederà alla rimozione dello strato e alla successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Per carenze nella quantità di bitume riscontrata verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 25 \cdot b^2$$

dove b è il valore dello scostamento della percentuale di bitume (arrotondata allo 0,1%) dal valore previsto nello studio della miscela, oltre la tolleranza dello 0,3%; in assenza dello studio della miscela si farà riferimento al valore medio dell'intervallo indicato nella tabella (ultima riga) al punto 11.2.1.4.



Per l'eventuale presenza di aggregati grossi di natura carbonatica o di altri aggregati con resistenza alla frammentazione  $LA > 23$  ed alla levigabilità  $PSV < 42$  verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 0,5 \cdot b^2$$

dove  $b$  è la percentuale in massa degli aggregati di natura carbonatica o di altri aggregati con resistenza alla frammentazione  $LA > 23$  ed alla levigabilità  $PSV < 42$  trattenuti allo staccio ISO 4.5mm, rispetto alla massa totale degli aggregati, compresi quelli passanti allo staccio ISO 4.5 mm ed il filler. Per gli aggregati grossi di natura non carbonatica aventi caratteristiche non conformi a quelle richieste la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

Per l'assenza di attivante d'adesione verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione pari al 10% del prezzo in elenco per il tappeto di usura.

Per valori dei vuoti, determinati sulle carote, superiori al 6% verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 2v + v^2$$

dove  $v$  è la media degli scostamenti (eccedenze) dei valori ottenuti dalle carote rispetto al valore limite del 6%. Per i tratti stradali con pendenza superiore al 6% il valore limite (accettabile senza detrazione) per la percentuale dei vuoti residui (sulle carote) è innalzato all'7%.

Valori dei vuoti superiori al 12% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Per l'eccesso nella quantità di bitume, per la rigidità Marshall fuori dai limiti prescritti, per percentuali di vuoti residui, sia sulla miscela sfusa che sulle carote, inferiori al valore minimo la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

Nel periodo compreso tra 6 e 12 mesi dall'ultimazione della stesa verrà inoltre misurata l'aderenza (resistenza di attrito radente) con lo Skid Tester secondo la norma UNI EN 13036-4. In alternativa potrà essere determinato il Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT) con l'apparecchiatura SCRIM (CNR 147/92).

Per valori di BPN (British Pendulum Number), inferiori a 60 (oppure in alternativa per valori del CAT inferiori a 0,60) verrà applicata una detrazione dell'1% del prezzo di elenco per ogni unità in meno. Valori del BPN (British Pendulum Number), inferiori a 45 (oppure in alternativa per valori del CAT inferiori a 0,45) comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Le penali precedentemente indicate sono cumulabili e non escludono ulteriori detrazioni per difetto dei materiali costituenti, della miscela utilizzata rispetto a quella proposta dall'Impresa e/o della sua posa in opera, sempre che le carenze riscontrate rientrino nei limiti di accettabilità e non pregiudichino la funzionalità dell'opera.

Tabella 60

CONTROLLO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE				
STRATO	TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI DA CONTROLLARE
Usura	Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabelle punto 11.2.1.1
Usura	Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabelle punto 11.2.1.1
Usura	Filler	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabelle punto 11.2.1.1
Usura	Bitume	Cisterna	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabelle punto 11.2.1.1
Usura	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 10.000 m <sup>2</sup> di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela
Usura	Carote x spessori	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Usura	Carote	Pavimentazione	Ogni 1000 m di fascia di stesa	% bitume, attivante d'adesione, % vuoti
Usura	Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 100 m di fascia di stesa	BPN ≥60 CAT ≥60

### 14.3.3 Tappeto di usura tradizionale a caldo con bitume modificato (Strade con traffico TIPO 1)

#### 14.3.3.1 Accettazione delle miscele

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle di cui al punto 11.2.2.3 viene verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE delle miscele. Gli attestati devono essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori. Su richiesta della Direzione Lavori devono inoltre essere fornite le registrazioni delle prove effettuate per il controllo di produzione di fabbrica degli ultimi 3 mesi. Le frequenze di prova per il controllo di produzione di fabbrica devono essere quelle relative al livello di controllo Y (livello intermedio).

Il sistema di attestazione della conformità è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 1, del DPR n. 246/93 93 (Sistema 2+).

Per i requisiti non dichiarati nell'attestato di conformità CE la Direzione Lavori può chiedere la qualifica del materiale da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13108-1 la qualifica prevede sia le prove iniziali (ITT) che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato nelle UNI EN 13108 parti 20 e 21.

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore. I controlli di accettazione possono essere effettuati sulle miscele prelevate alla stesa,



come pure sulle carote prelevate in sito. Per queste ultime si tiene conto della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

#### **14.3.3.2 Confezionamento delle miscele**

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati. Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a massa, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata allo stoccaggio degli aggregati deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli aggregati con il legante.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in massa.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 150°C e 170°C e quella del legante tra 150°C e 160°C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

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

#### **14.3.3.3 Preparazione delle superfici di stesa**

Prima della realizzazione del tappeto di usura è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose cationiche a rottura rapida con il 60% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808: C 60 B 4).

Le caratteristiche del materiale da impiegare sono riportate in Tabella 61.

Nel caso di nuove costruzioni (stesa del tappeto sopra al binder) il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0.30 kg/m<sup>2</sup>, nel caso di ricarica (stesa di nuovo tappeto su quello esistente) il dosaggio deve essere di 0.35 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo, nel caso di stesa su pavimentazione precedentemente fresata il dosaggio deve essere di 0.40 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo. E' ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche diversamente diluite a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) ed il dosaggio siano gli stessi.

Tabella 61

<b>EMULSIONE C 60 B 4</b>			
<i>Parametro</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>Valori richiesti</i>	<i>Classe secondo UNI EN 13808</i>
Polarità	UNI EN 1430	Positiva	2
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	40+/-1%	-
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	60+/-1%	5
Contenuto di legante (bitume+flussante)	UNI EN 1431	>59%	5
Contenuto di flussante	UNI EN 1431	<3%	3
Sedimentazione a 7gg	UNI EN 12847	≤10%	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	70 – 130	4
<i>Residuo bituminoso (per evaporazione)</i>			
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	≤100 mm·10 <sup>-1</sup>	-
Punto di ramollimento	UNI EN 1427	> 40°C	-

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

#### 14.3.3.4 Posa in opera

La posa in opera del tappeto di usura viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi. Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente. Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino sfalsati di almeno 20 cm rispetto a quelli dello strato sottostante e non cadano mai in

corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti 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 deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione del tappeto di usura deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato con rullo tandem a ruote metalliche della massa massimo di 12 t.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa del tappeto di usura verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

#### **14.3.3.5 Controlli**

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella Tabella 62.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Le prove saranno eseguite da un Laboratorio indicato dal Committente.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità.

Sulla miscela vengono determinate: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione e vengono effettuate prove Marshall per la determinazione di stabilità e rigidità (UNI EN 12697-34). Inoltre sui provini compattati con il metodo Marshall sono determinati la massa volumica di riferimento D M (UNI EN 12697-9), la percentuale dei vuoti residui (UNI EN 12697-8), la perdita di stabilità dopo 15 giorni di immersione in acqua (CNR n. 121/87) e la resistenza alla trazione indiretta (UNI EN 13286-42).

Dopo la stesa la Direzione Lavori preleverà delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.

Sulle carote vengono determinati: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione, la massa volumica e la percentuale dei vuoti residui.

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, assumendo per i valori con spessore in eccesso di oltre il 5%, rispetto a quello di progetto, valori corrispondenti allo spessore di progetto moltiplicato per 1,05.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = s + 0,2 s^2$$

dove s è lo scostamento in percentuale dal valore di progetto valutato con

$$s = (S_{\text{progetto}} - S_{\text{misurato}} \cdot \gamma_{\text{carota}} / (0,98 \cdot \gamma_{\text{miscela}})) \cdot 100 / S_{\text{progetto}}$$

$\gamma_{\text{miscela}}$  è quello riportato nello studio della miscela (DM e DG di cui alle tabelle del punto 11.2.1.4);

in assenza dello studio della miscela si farà riferimento alla massa volumica dei provini Marshall confezionati con il conglomerato prelevato al momento della stesa.

Nei casi in cui risulti  $s > 15$  si procederà alla rimozione dello strato e alla successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Per carenze nella quantità di bitume riscontrata verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 25 \cdot b^2$$

dove b è il valore dello scostamento della percentuale di bitume (arrotondata allo 0,1%) dal valore previsto nello studio della miscela, oltre la tolleranza dello 0,3%; in assenza dello studio della miscela si farà riferimento al valore medio dell'intervallo indicato nella tabella (ultima riga) al punto 11.2.2.4.

Per l'eventuale presenza di aggregati grossi di natura carbonatica o di altri aggregati con resistenza alla frammentazione  $LA > 23$  ed alla levigabilità  $PSV < 42$  verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 0,5 \cdot b^2$$



dove b è la percentuale in massa degli aggregati di natura carbonatica o di altri aggregati con resistenza alla frammentazione  $LA > 23$  ed alla levigabilità  $PSV < 42$  trattenuti allo staccio ISO 4.5mm, rispetto alla massa totale degli aggregati, compresi quelli passanti allo staccio ISO 4.5 mm ed il filler. Per gli aggregati grossi di natura non carbonatica aventi caratteristiche non conformi a quelle richieste la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

Per l'assenza di attivante d'adesione verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione pari al 10% del prezzo in elenco per il tappeto di usura.

Per valori dei vuoti, determinati sulle carote, superiori al 6% verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 2v + v^2$$

dove v è la media degli scostamenti (eccedenze) dei valori ottenuti dalle carote rispetto al valore limite del 6%. Per i tratti stradali con pendenza superiore al 6% il valore limite (accettabile senza detrazione) per la percentuale dei vuoti residui (sulle carote) è innalzato all'7%.

Valori dei vuoti superiori al 12% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Per l'eccesso nella quantità di bitume, per la rigidità Marshall fuori dai limiti prescritti, per percentuali di vuoti residui, sia sulla miscela sfusa che sulle carote, inferiori al valore minimo la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

Nel periodo compreso tra 6 e 12 mesi dall'ultimazione della stesa verrà inoltre misurata l'aderenza (resistenza di attrito radente) con lo Skid Tester secondo la norma UNI EN 13036-4. In alternativa potrà essere determinato il Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT) con l'apparecchiatura SCRIM (CNR 147/92).

Per valori di BPN (British Pendulum Number), inferiori a 60 (oppure in alternativa per valori del CAT inferiori a 0,60) verrà applicata una detrazione dell'1% del prezzo di elenco per ogni unità in meno. Valori del BPN (British Pendulum Number), inferiori a 45 (oppure in alternativa per valori del CAT inferiori a 0,45) comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Le penali precedentemente indicate sono cumulabili e non escludono ulteriori detrazioni per difetto dei materiali costituenti, della miscela utilizzata rispetto a quella proposta dall'Impresa e/o della sua posa in opera, sempre che le carenze riscontrate rientrino nei limiti di accettabilità e non pregiudichino la funzionalità dell'opera.

Tabella 62

CONTROLLO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE				
STRATO	TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI DA CONTROLLARE
Usura	Aggregato	Impianto	Settimanale oppure	Riferimento Tabelle



	grosso		ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	punto 11.2.2.1
Usura	Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabelle punto 11.2.2.1
Usura	Filler	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabelle punto 11.2.2.1
Usura	Bitume	Cisterna	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabelle punto 11.2.2.1
Usura	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 10.000 m <sup>2</sup> di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela
Usura	Carote x spessori	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Usura	Carote	Pavimentazione	Ogni 1000 m di fascia di stesa	% bitume, attivante d'adesione, % vuoti
Usura	Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 100 m di fascia di stesa	BPN ≥60 CAT ≥60

#### 14.3.4 Tappeto di usura tradizionale a caldo di 2a categoria (strade con traffico di TIPO 1)

##### 14.3.4.1 Accettazione delle miscele

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle di cui al punto 11.2.3.4 viene verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE delle miscele. Gli attestati devono essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori. Su richiesta della Direzione Lavori devono inoltre essere fornite le registrazioni delle prove effettuate per il controllo di produzione di fabbrica degli ultimi 3 mesi. Le frequenze di prova per il controllo di produzione di fabbrica devono essere quelle relative al livello di controllo Y (livello intermedio).

Il sistema di attestazione della conformità è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 1, del DPR n. 246/93 93 (Sistema 2+).

Per i requisiti non dichiarati nell'attestato di conformità CE la Direzione Lavori può chiedere la qualifica del materiale da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13108-1 la qualifica prevede sia le prove iniziali (ITT) che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato nelle UNI EN 13108 parti 20 e 21.

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore. I controlli di accettazione possono essere effettuati sulle miscele prelevate alla stesa, come pure sulle carote prelevate in sito. Per queste ultime si tiene conto della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

#### **14.3.4.2 Confezionamento delle miscele**

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati. Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a massa, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata allo stoccaggio degli aggregati deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli aggregati con il legante.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in massa.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 150°C e 170°C e quella del legante tra 150° C e 160° C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

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

#### **14.3.4.3 Preparazione delle superfici di stesa**

Prima della realizzazione del tappeto di usura è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose cationiche a rottura rapida con il 60% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808: C 60 B 4).

Le caratteristiche del materiale da impiegare sono riportate in Tabella 63.

Nel caso di nuove costruzioni (stesa del tappeto sopra al binder) il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0.30 kg/m<sup>2</sup>, nel caso di ricarica (stesa di nuovo tappeto

su quello esistente) il dosaggio deve essere di 0.35 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo, nel caso di stesa su pavimentazione precedentemente fresata il dosaggio deve essere di 0.40 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo. E' ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche diversamente diluite a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) ed il dosaggio siano gli stessi.

Tabella 63

<b>EMULSIONE C 60 B 4</b>			
<i>Parametro</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>Valori richiesti</i>	<i>Classe secondo UNI EN 13808</i>
Polarità	UNI EN 1430	Positiva	2
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	40+/-1%	-
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	60+/-1%	5
Contenuto di legante (bitume+flussante)	UNI EN 1431	>59%	5
Contenuto di flussante	UNI EN 1431	<3%	3
Sedimentazione a 7gg	UNI EN 12847	≤10%	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	70 – 130	4
<i>Residuo bituminoso (per evaporazione)</i>			
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	≤100 mm·10 <sup>-1</sup>	-
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	> 40°C	-

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

#### 14.3.4.4 Posa in opera

La posa in opera del tappeto di usura viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi. Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente. Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzerramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino sfalsati di almeno 20 cm rispetto a quelli dello strato sottostante e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti 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 deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione del tappeto di usura deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato con rullo tandem a ruote metalliche della massa massimo di 12 t.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa del tappeto di usura verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

#### **14.3.4.5 Controlli**

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella Tabella 64.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Le prove saranno eseguite da un Laboratorio indicato dal Committente.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità.

Sulla miscela vengono determinate: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione e vengono effettuate prove Marshall per la determinazione di stabilità e rigidità (UNI EN 12697-34). Inoltre sui provini compattati con il metodo Marshall sono



determinati la massa volumica di riferimento D M (UNI EN 12697-9), la percentuale dei vuoti residui (UNI EN12697-8), la perdita di stabilità dopo 15 giorni di immersione in acqua (CNR n. 121/87) e la resistenza alla trazione indiretta (UNI EN 13286-42).

Dopo la stesa la Direzione Lavori preleverà delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.

Sulle carote vengono determinati: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione, la massa volumica e la percentuale dei vuoti residui.

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, assumendo per i valori con spessore in eccesso di oltre il 5%, rispetto a quello di progetto, valori corrispondenti allo spessore di progetto moltiplicato per 1,05.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = s + 0,2 \cdot s^2$$

dove s è lo scostamento in percentuale dal valore di progetto valutato con

$$s = (S \text{ progetto} - S \text{ misurato} \cdot \gamma \text{ carota} / (0,98 \cdot \gamma \text{ miscela})) \cdot 100 / S \text{ progetto}$$

$\gamma$  miscela è quello riportato nello studio della miscela (DM e DG di cui alle tabelle del punto 11.2.1.4);

in assenza dello studio della miscela si farà riferimento alla massa volumica dei provini Marshall confezionati con il conglomerato prelevato al momento della stesa.

Nei casi in cui risulti  $s > 15$  si procederà alla rimozione dello strato e alla successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Per carenze nella quantità di bitume riscontrata verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 25 \cdot b^2$$

dove b è il valore dello scostamento della percentuale di bitume (arrotondata allo 0,1%) dal valore previsto nello studio della miscela, oltre la tolleranza dello 0,3%; in assenza dello studio della miscela si farà riferimento al valore medio dell'intervallo indicato nella tabella (ultima riga) al punto 11.2.3.4.

Per l'eventuale presenza di aggregati grossi di natura carbonatica o di altri aggregati con resistenza alla frammentazione  $LA > 23$  ed alla levigabilità  $PSV < 42$  verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 0,5 \cdot b^2$$

dove b è la percentuale in massa degli aggregati di natura carbonatica o di altri aggregati con resistenza alla frammentazione  $LA > 23$  ed alla levigabilità  $PSV < 42$  trattenuti allo staccio ISO 4.5mm, rispetto alla massa totale degli aggregati, compresi quelli passanti allo staccio ISO 4.5 mm ed il filler.

Per gli aggregati grossi di natura non carbonatica aventi caratteristiche non conformi a quelle richieste la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

Per l'assenza di attivante d'adesione verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione pari al 10% del prezzo in elenco per il tappeto di usura.

Per valori dei vuoti, determinati sulle carote, superiori al 6% verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 2v + v^2$$

dove  $v$  è la media degli scostamenti (eccedenze) dei valori ottenuti dalle carote rispetto al valore limite del 6%. Per i tratti stradali con pendenza superiore al 6% il valore limite (accettabile senza detrazione) per la percentuale dei vuoti residui (sulle carote) è innalzato all'7%.

Valori dei vuoti superiori al 12% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Per l'eccesso nella quantità di bitume, per la rigidità Marshall fuori dai limiti prescritti, per percentuali di vuoti residui, sia sulla miscela sfusa che sulle carote, inferiori al valore minimo la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

Nel periodo compreso tra 6 e 12 mesi dall'ultimazione della stesa verrà inoltre misurata l'aderenza (resistenza di attrito radente) con lo Skid Tester secondo la norma UNI EN 13036-4. In alternativa potrà essere determinato il Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT) con l'apparecchiatura SCRIM (CNR 147/92).

Per valori di BPN (British Pendulum Number), inferiori a 60 (oppure in alternativa per valori del CAT inferiori a 0,60) verrà applicata una detrazione dell'1% del prezzo di elenco per ogni unità in meno. Valori del BPN (British Pendulum Number), inferiori a 45 (oppure in alternativa per valori del CAT inferiori a 0,45) comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Le penali precedentemente indicate sono cumulabili e non escludono ulteriori detrazioni per difetto dei materiali costituenti, della miscela utilizzata rispetto a quella proposta dall'Impresa e/o della sua posa in opera, sempre che le carenze riscontrate rientrino nei limiti di accettabilità e non pregiudichino la funzionalità dell'opera.

Tabella 64

CONTROLLO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE				
STRATO	TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI DA CONTROLLARE
Usura	Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabelle punto 11.2.3.1
Usura	Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabelle punto 11.2.3.1

Usura	Filler	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabelle punto 11.2.3.1
Usura	Bitume	Cisterna	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabelle punto 11.2.3.1
Usura	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 10.000 m <sup>2</sup> di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela
Usura	Carote x spessori	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Usura	Carote	Pavimentazione	Ogni 1000 m di fascia di stesa	% bitume, attivante d'adesione, % vuoti
Usura	Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 100 m di fascia di stesa	BPN ≥60 CAT ≥60

#### 14.3.5 Tappeto di usura tradizionale a caldo con bitume modificato (2a categoria)

##### 14.3.5.1 Accettazione delle miscele

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle di cui al punto 11.2.4.3 viene verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE delle miscele. Gli attestati devono essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori. Su richiesta della Direzione Lavori devono inoltre essere fornite le registrazioni delle prove effettuate per il controllo di produzione di fabbrica degli ultimi 3 mesi. Le frequenze di prova per il controllo di produzione di fabbrica devono essere quelle relative al livello di controllo Y (livello intermedio).

Il sistema di attestazione della conformità è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 1, del DPR n. 246/93 93 (Sistema 2+).

Per i requisiti non dichiarati nell'attestato di conformità CE la Direzione Lavori può chiedere la qualifica del materiale da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13108-1 la qualifica prevede sia le prove iniziali (ITT) che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato nelle UNI EN 13108 parti 20 e 21.

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore. I controlli di accettazione possono essere effettuati sulle miscele prelevate alla stesa, come pure sulle carote prelevate in sito. Per queste ultime si tiene conto della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

##### 14.3.5.2 Confezionamento delle miscele

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che



assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati. Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a massa, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata allo stoccaggio degli aggregati deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli aggregati con il legante.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in massa.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 150°C e 170°C e quella del legante tra 150°C e 160°C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

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

#### **14.3.5.3 Preparazione delle superfici di stesa**

Prima della realizzazione del tappeto di usura è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose cationiche a rottura rapida con il 60% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808: C 60 B 4).

Le caratteristiche del materiale da impiegare sono riportate in Tabella 63.

Nel caso di nuove costruzioni (stesa del tappeto sopra al binder) il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0.30 kg/m<sup>2</sup>, nel caso di ricarica (stesa di nuovo tappeto su quello esistente) il dosaggio deve essere di 0.35 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo, nel caso di stesa su pavimentazione precedentemente fresata il dosaggio deve essere di 0.40 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo. E' ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche diversamente diluite a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) ed il dosaggio siano gli stessi.



Tabella 65

<b>EMULSIONE C 60 B 4</b>			
<i>Parametro</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>Valori richiesti</i>	<i>Classe secondo UNI EN 13808</i>
Polarità	UNI EN 1430	Positiva	2
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	40+/-1%	-
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	60+/-1%	5
Contenuto di legante (bitume+flussante)	UNI EN 1431	>59%	5
Contenuto di flussante	UNI EN 1431	<3%	3
Sedimentazione a 7gg	UNI EN 12847	≤10%	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	70 – 130	4
<i>Residuo bituminoso (per evaporazione)</i>			
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	≤100 mm·10 <sup>-1</sup>	-
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	> 40°C	-

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

#### 14.3.5.4 Posa in opera

La posa in opera del tappeto di usura viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi. Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente. Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino sfalsati di almeno 20 cm rispetto a quelli dello strato sottostante e non cadano mai in

corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti 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 deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione del tappeto di usura deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato con rullo tandem a ruote metalliche della massa massimo di 12 t.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa del tappeto di usura verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

#### **14.3.5.5 Controlli**

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella Tabella 66.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Le prove saranno eseguite da un Laboratorio indicato dal Committente.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità.

Sulla miscela vengono determinate: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione e vengono effettuate prove Marshall per la determinazione di stabilità e rigidità (UNI EN 12697-34). Inoltre sui provini compattati con il metodo Marshall sono determinati la massa volumica di riferimento D M (UNI EN 12697-9), la percentuale dei vuoti residui (UNI EN 12697-8), la perdita di stabilità dopo 15 giorni di immersione in acqua (CNR n. 121/87) e la resistenza alla trazione indiretta (UNI EN 13286-42).

Dopo la stesa la Direzione Lavori preleverà delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.

Sulle carote vengono determinati: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione, la massa volumica e la percentuale dei vuoti residui.

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, assumendo per i valori con spessore in eccesso di oltre il 5%, rispetto a quello di progetto, valori corrispondenti allo spessore di progetto moltiplicato per 1,05.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = s + 0,2 s^2$$

dove s è lo scostamento in percentuale dal valore di progetto valutato con

$$s = (S_{\text{progetto}} - S_{\text{misurato}} \cdot \gamma_{\text{carota}} / (0,98 \cdot \gamma_{\text{miscela}})) \cdot 100 / S_{\text{progetto}}$$

$\gamma_{\text{miscela}}$  è quello riportato nello studio della miscela (DM e DG di cui alle tabelle del punto 11.2.1.4);

in assenza dello studio della miscela si farà riferimento alla massa volumica dei provini Marshall confezionati con il conglomerato prelevato al momento della stesa.

Nei casi in cui risulti  $s > 15$  si procederà alla rimozione dello strato e alla successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Per carenze nella quantità di bitume riscontrata verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 25 \cdot b^2$$

dove b è il valore dello scostamento della percentuale di bitume (arrotondata allo 0,1%) dal valore previsto nello studio della miscela, oltre la tolleranza dello 0,3%; in assenza dello studio della miscela si farà riferimento al valore medio dell'intervallo indicato nella tabella (ultima riga) al punto 11.2.4.3.

Per l'eventuale presenza di aggregati grossi di natura carbonatica o di altri aggregati con resistenza alla frammentazione  $LA > 23$  ed alla levigabilità  $PSV < 42$  verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 0,5 \cdot b^2$$



dove b è la percentuale in massa degli aggregati di natura carbonatica o di altri aggregati con resistenza alla frammentazione  $LA > 23$  ed alla levigabilità  $PSV < 42$  trattenuti allo staccio ISO 4.5mm, rispetto alla massa totale degli aggregati, compresi quelli passanti allo staccio ISO 4.5 mm ed il filler. Per gli aggregati grossi di natura non carbonatica aventi caratteristiche non conformi a quelle richieste la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

Per l'assenza di attivante d'adesione verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione pari al 10% del prezzo in elenco per il tappeto di usura.

Per valori dei vuoti, determinati sulle carote, superiori al 6% verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 2v + v^2$$

dove v è la media degli scostamenti (eccedenze) dei valori ottenuti dalle carote rispetto al valore limite del 6%. Per i tratti stradali con pendenza superiore al 6% il valore limite (accettabile senza detrazione) per la percentuale dei vuoti residui (sulle carote) è innalzato all'7%.

Valori dei vuoti superiori al 12% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Per l'eccesso nella quantità di bitume, per la rigidità Marshall fuori dai limiti prescritti, per percentuali di vuoti residui, sia sulla miscela sfusa che sulle carote, inferiori al valore minimo la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

Nel periodo compreso tra 6 e 12 mesi dall'ultimazione della stesa verrà inoltre misurata l'aderenza (resistenza di attrito radente) con lo Skid Tester secondo la norma UNI EN 13036-4. In alternativa potrà essere determinato il Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT) con l'apparecchiatura SCRIM (CNR 147/92).

Per valori di BPN (British Pendulum Number), inferiori a 60 (oppure in alternativa per valori del CAT inferiori a 0,60) verrà applicata una detrazione dell'1% del prezzo di elenco per ogni unità in meno. Valori del BPN (British Pendulum Number), inferiori a 45 (oppure in alternativa per valori del CAT inferiori a 0,45) comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Le penali precedentemente indicate sono cumulabili e non escludono ulteriori detrazioni per difetto dei materiali costituenti, della miscela utilizzata rispetto a quella proposta dall'Impresa e/o della sua posa in opera, sempre che le carenze riscontrate rientrino nei limiti di accettabilità e non pregiudichino la funzionalità dell'opera.

Tabella 66

CONTROLLO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE				
STRATO	TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI DA CONTROLLARE
Usura	Aggregato	Impianto	Settimanale oppure	Riferimento Tabelle

	grosso		ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	punto 11.2.4.1
Usura	Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabelle punto 11.2.4.1
Usura	Filler	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabelle punto 11.2.4.1
Usura	Bitume	Cisterna	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabelle punto 11.2.4.1
Usura	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 10.000 m <sup>2</sup> di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela
Usura	Carote x spessori	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Usura	Carote	Pavimentazione	Ogni 1000 m di fascia di stesa	% bitume, attivante d'adesione, % vuoti
Usura	Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 100 m di fascia di stesa	BPN ≥60 CAT ≥60

### 14.3.6 Binder tradizionale a caldo

#### 14.3.6.1 Accettazione delle miscele

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle di cui al punto 11.2.5.4 viene verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE delle miscele. Gli attestati devono essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori. Su richiesta della Direzione Lavori devono inoltre essere fornite le registrazioni delle prove effettuate per il controllo di produzione di fabbrica degli ultimi 3 mesi. Le frequenze di prova per il controllo di produzione di fabbrica devono essere quelle relative al livello di controllo Y (livello intermedio).

Il sistema di attestazione della conformità è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 1, del DPR n. 246/93 93 (Sistema 2+).

Per i requisiti non dichiarati nell'attestato di conformità CE la Direzione Lavori può chiedere la qualifica del materiale da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13108-1 la qualifica prevede sia le prove iniziali (ITT) che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato nelle UNI EN 13108 parti 20 e 21.

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore. I controlli di accettazione possono essere effettuati sulle miscele prelevate alla stesa, come pure sulle carote prelevate in sito. Per queste ultime si tiene conto della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

#### **14.3.6.2 Confezionamento delle miscele**

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati. Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a massa, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata allo stoccaggio degli aggregati deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli aggregati con il legante.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in massa.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 150°C e 170°C e quella del legante tra 150° C e 160° C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

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

#### **14.3.6.3 Preparazione delle superfici di stesa**

Prima della realizzazione del tappeto di usura è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose cationiche a rottura rapida con il 60% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808: C 60 B 4).

Le caratteristiche del materiale da impiegare sono riportate in Tabella 63.

Nel caso di nuove costruzioni (stesa del tappeto sopra al binder) il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0.30 kg/m<sup>2</sup>, nel caso di ricarica (stesa di nuovo tappeto

su quello esistente) il dosaggio deve essere di 0.35 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo, nel caso di stesa su pavimentazione precedentemente fresata il dosaggio deve essere di 0.40 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo. E' ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche diversamente diluite a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) ed il dosaggio siano gli stessi.

Tabella 67

<b>EMULSIONE C 60 B 4</b>			
<i>Parametro</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>Valori richiesti</i>	<i>Classe secondo UNI EN 13808</i>
Polarità	UNI EN 1430	Positiva	2
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	40+/-1%	-
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	60+/-1%	5
Contenuto di legante (bitume+flussante)	UNI EN 1431	>59%	5
Contenuto di flussante	UNI EN 1431	<3%	3
Sedimentazione a 7gg	UNI EN 12847	≤10%	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	70 – 130	4
<i>Residuo bituminoso (per evaporazione)</i>			
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	≤100 mm·10 <sup>-1</sup>	-
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	> 40°C	-

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

#### 14.3.6.4 Posa in opera

La posa in opera del tappeto di usura viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi. Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente. Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzerramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino sfalsati di almeno 20 cm rispetto a quelli dello strato sottostante e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti 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 deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione del tappeto di usura deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato con rullo tandem a ruote metalliche della massa massimo di 12 t.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa del tappeto di usura verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

#### **14.3.6.5 Controlli**

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella Tabella 68.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Le prove saranno eseguite da un Laboratorio indicato dal Committente.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità.

Sulla miscela vengono determinate: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione e vengono effettuate prove Marshall per la determinazione di stabilità e rigidità (UNI EN 12697-34). Inoltre sui provini compattati con il metodo Marshall sono





determinati la massa volumica di riferimento D M (UNI EN 12697-9), la percentuale dei vuoti residui (UNI EN12697-8), la perdita di stabilità dopo 15 giorni di immersione in acqua (CNR n. 121/87) e la resistenza alla trazione indiretta (UNI EN 13286-42).

Dopo la stesa la Direzione Lavori preleverà delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.

Sulle carote vengono determinati: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione, la massa volumica e la percentuale dei vuoti residui.

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, assumendo per i valori con spessore in eccesso di oltre il 5%, rispetto a quello di progetto, valori corrispondenti allo spessore di progetto moltiplicato per 1,05.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = s + 0,2 \cdot s^2$$

dove s è lo scostamento in percentuale dal valore di progetto valutato con

$$s = (S \text{ progetto} - S \text{ misurato} \cdot \gamma \text{ carota} / (0,98 \cdot \gamma \text{ miscela})) \cdot 100 / S \text{ progetto}$$

$\gamma$  miscela è quello riportato nello studio della miscela (DM e DG di cui alle tabelle del punto 11.2.5.4);

in assenza dello studio della miscela si farà riferimento alla massa volumica dei provini Marshall confezionati con il conglomerato prelevato al momento della stesa.

Nei casi in cui risulti  $s > 15$  si procederà alla rimozione dello strato e alla successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Il Direttore dei Lavori potrà autorizzare la stesa di uno strato di congruagliamento (previa spruzzatura della mano di attacco) fino a raggiungere lo spessore di progetto. Per la ricarica potrà essere impiegato conglomerato tipo binder o tipo tappeto di usura che non potrà comunque essere di spessore inferiore a cm 3,0. Quando possibile il congruagliamento potrà essere realizzato incrementando lo spessore del sovrastante tappeto di usura purché questo non determini difficoltà di stesa e compattazione a causa di spessore eccessivo.

Per carenze nella quantità di bitume riscontrata verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del binder pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 25 \cdot b^2$$

dove b è il valore dello scostamento della percentuale di bitume (arrotondata allo 0,1%) dal valore previsto nello studio della miscela, oltre la tolleranza dello 0,3%; in assenza dello studio della miscela si farà riferimento al valore medio dell'intervallo indicato nella tabella di cui al punto 11.2.5.4 (ultima riga).

Per l'assenza di attivante d'adesione verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione pari al 10% del prezzo in elenco per il binder.

Per valori dei vuoti, determinati sulle carote, superiori al 7% verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del binder pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 2v + v^2$$

dove  $v$  è la media degli scostamenti (eccedenze) dei valori ottenuti dalle carote rispetto al valore limite del 7%. Per i tratti stradali con pendenza superiore al 6% il valore limite (accettabile senza detrazione) per la percentuale dei vuoti residui (sulle carote) è innalzato all'8%.

Valori dei vuoti superiori al 12% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Per gli aggregati grossi aventi caratteristiche non conformi a quelle richieste (rif. Tabella A.1 al punto 11.2.5.1), per l'eccesso nella quantità di bitume, per la rigidità Marshall fuori dai limiti prescritti, per percentuali di vuoti residui, sia sulla miscela sfusa che sulle carote, inferiori al valore minimo la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

Le penali precedentemente indicate sono cumulabili e non escludono ulteriori detrazioni per difetto dei materiali costituenti, della miscela utilizzata rispetto a quella proposta dall'Impresa e/o della sua posa in opera, sempre che le carenze riscontrate rientrino nei limiti di accettabilità e non pregiudichino la funzionalità dell'opera.

Tabella 68

CONTROLLO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE				
STRATO	TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI DA CONTROLLARE
Binder	Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabelle punto 11.2.5.1
Binder	Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabelle punto 11.2.5.1
Binder	Filler	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabelle punto 11.2.5.1
Binder	Bitume	Cisterna	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabelle punto 11.2.5.1
Binder	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m <sup>2</sup> di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela
Binder	Carote x spessori	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Binder	Carote	Pavimentazione	Ogni 1000 m di fascia di stesa	% bitume, attivante d'adesione, % vuoti

#### **14.3.7 Binder tradizionale a caldo con bitume modificato**

##### **14.3.7.1 Accettazione delle miscele**

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle di cui al punto 11.2.6.4 viene verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE delle miscele. Gli attestati devono essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori. Su richiesta della Direzione Lavori devono inoltre essere fornite le registrazioni delle prove effettuate per il controllo di produzione di fabbrica degli ultimi 3 mesi. Le frequenze di prova per il controllo di produzione di fabbrica devono essere quelle relative al livello di controllo Y (livello intermedio).

Il sistema di attestazione della conformità è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 1, del DPR n. 246/93 93 (Sistema 2+).

Per i requisiti non dichiarati nell'attestato di conformità CE la Direzione Lavori può chiedere la qualifica del materiale da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13108-1 la qualifica prevede sia le prove iniziali (ITT) che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato nelle UNI EN 13108 parti 20 e 21.

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore. I controlli di accettazione possono essere effettuati sulle miscele prelevate alla stesa, come pure sulle carote prelevate in sito. Per queste ultime si tiene conto della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

##### **14.3.7.2 Confezionamento delle miscele**

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati. Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a massa, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata allo stoccaggio degli aggregati deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere

nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli aggregati con il legante.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in massa.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 150°C e 170° C e quella del legante tra 150° C e 160° C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

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

#### 14.3.7.3 Preparazione delle superfici di stesa

Prima della realizzazione del binder è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire il perfetto ancoraggio allo strato sottostante.

La mano d'attacco può essere realizzata con emulsione di bitume modificato, spruzzata con apposita spanditrice automatica ovvero bitume modificato steso a caldo nella stessa quantità per unità di superficie.

Nel caso di nuove costruzioni (stesa del binder sopra la base ) il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0.30 kg/m<sup>2</sup>, nel caso di ricarica (stesa di binder su pavimentazione preesistente) il dosaggio deve essere di 0.35 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo, nel caso di stesa su pavimentazione precedentemente fresata il dosaggio deve essere di 0.40 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo.

Sulla mano d'attacco, per consentire il transito dei mezzi di stesa, dovrà seguire immediatamente la granigliatura con aggregati di pezzatura 4/8 mm in ragione di 6/8 litri al metro quadrato. Allo stesso scopo potrà essere utilizzata sabbia o calce idrata.

L'emulsione per mano d'attacco deve essere un'emulsione cationica a rottura rapida con il 70% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808: C 70 BP 4) rispondente alle specifiche indicate nella Tabella 69.

Tabella 69

EMULSIONE DI BITUME MODIFICATO			
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Classe UNI EN 13808
Polarità	UNI EN 1430	Positiva	2
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	30+/-1%	-
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	70+/-1%	8
Contenuto di legante (bitume+flussante)	UNI EN 1431	>67%	8
Contenuto flussante	UNI EN 1431	0%	-
Sedimentazione a 7gg	UNI EN 12847	≤10%	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	70 – 130	4
Residuo bituminoso (per evaporazione)			
Penetrazione a 25 °C	UNI EN1426	50-70 mm · 10 <sup>-1</sup>	-

Punto di rammollimento	UNI EN1427	>65°C	-
Punto di rottura (Frass)	UNI EN 12593	< -15°C	-
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	≥75%	5

Il piano di posa, prima di procedere alla stesa della mano d'attacco, deve risultare perfettamente pulito e privo della segnaletica orizzontale..

#### 14.3.7.4 Posa in opera

La posa in opera del tappeto di usura viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi. Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente. Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino sfalsati di almeno 20 cm rispetto a quelli dello strato sottostante e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti 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 deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione del tappeto di usura deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato con rullo tandem a ruote metalliche della massa massimo di 12 t.



Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa del tappeto di usura verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

#### **14.3.7.5 Controlli**

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella Tabella 70.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Le prove saranno eseguite dal Laboratorio della Provincia Autonoma di Bolzano o da altro Laboratorio indicato dal Committente.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità.

Sulla miscela vengono determinate: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione e vengono effettuate prove Marshall per la determinazione di stabilità e rigidità (UNI EN 12697-34). Inoltre sui provini compattati con il metodo Marshall sono determinati la massa volumica di riferimento D M (UNI EN 12697-9), la percentuale dei vuoti residui (UNI EN 12697-8), la perdita di stabilità dopo 15 giorni di immersione in acqua (CNR n. 121/87) e la resistenza alla trazione indiretta (UNI EN 13286-42).

Dopo la stesa la Direzione Lavori preleverà delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.

Sulle carote vengono determinati: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la massa volumica, la percentuale dei vuoti residui e ed il modulo complesso E\* (Norma UNI EN 12697-26).

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, assumendo per i valori con spessore in eccesso di oltre il 5%, rispetto a quello di progetto, valori corrispondenti allo spessore di progetto moltiplicato per 1,05.



Per spessori medi inferiori a quelli di progetto verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del binder pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = s + 0,20 \cdot s^2$$

dove  $s$  è la mancanza di spessore, in percentuale rispetto al valore di progetto valutata con

$$s = (S \text{ progetto} - S \text{ misurato} \cdot \gamma \text{ carota} / (0,98 \cdot \gamma \text{ miscela})) \cdot 100 / S \text{ progetto}$$

$\gamma$  miscela è quello riportato nello studio della miscela (D M e D G di cui al punto 11.2.6.3); in assenza dello studio della miscela si farà riferimento alla massa di volume dei provini Marshall confezionati con il conglomerato prelevato al momento della stesa.

Nei casi in cui risulti  $s > 15$

si procederà alla rimozione dello strato e alla successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Il Direttore dei Lavori potrà autorizzare la stesa di uno strato di congruagliamento (previa spruzzatura della mano di attacco) fino a raggiungere lo spessore di progetto. Per la ricarica potrà essere impiegato conglomerato tipo binder o tipo tappeto di usura con bitume modificato che non potrà comunque essere di spessore inferiore a cm 3,0. Quando possibile il congruagliamento potrà essere realizzato incrementando lo spessore del sovrastante tappeto di usura (con bitume modificato) purché questo non determini difficoltà di stesa e compattazione a causa di spessore eccessivo.

Per carenze nella quantità di bitume riscontrata verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del binder pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 25 \cdot b^2$$

dove  $b$  è il valore dello scostamento della percentuale di bitume (arrotondata allo 0,1%) dal valore previsto nello studio della miscela, oltre la tolleranza dello 0,3%; in assenza dello studio della miscela si farà riferimento al valore medio dell'intervallo indicato nella tabella di cui al punto 11.2.6.3.

Per valori dei vuoti, determinati sulle carote, superiori al 7% verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del binder pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 2v + v^2$$

dove  $v$  è la media degli scostamenti (eccedenze) dei valori ottenuti dalle carote rispetto al valore limite del 7%. Per i tratti stradali con pendenza superiore al 6% il valore limite (accettabile senza detrazione) per la percentuale dei vuoti residui (sulle carote) è innalzato all'8%.

Valori dei vuoti superiori al 12% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Per valori del modulo complesso  $E^*$  (Norma UNI EN 12697-26) inferiori a quelli di progetto, con una tolleranza del 10%, verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco dello strato di binder pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 0,4 \cdot M$$

dove M è il numero dei punti percentuali di carenza, oltre la tolleranza del 10% (carenza percentuale effettiva meno 10) del modulo complesso E\*.

Qualora l'altezza ridotta delle carote non consenta l'esecuzione della prova, il modulo complesso verrà determinato su provini confezionati in laboratorio con la corrispondente miscela prelevata in corso d'opera, costipata fino al raggiungimento della densità in situ.

Per gli aggregati grossi aventi caratteristiche non conformi a quelle richieste (rif. punto 11.2.6.1), per l'eccesso nella quantità di bitume, per la rigidità Marshall fuori dai limiti prescritti, per percentuali di vuoti residui, sia sulla miscela sfusa che sulle carote, inferiori al valore minimo, la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

Le penali precedentemente indicate sono cumulabili e non escludono ulteriori detrazioni per difetto dei materiali costituenti, della miscela utilizzata rispetto a quella proposta dall'Impresa e/o della sua posa in opera, sempre che le carenze riscontrate rientrino nei limiti di accettabilità e non pregiudichino la funzionalità dell'opera.

Tabella 70

CONTROLLO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE				
STRATO	TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI DA CONTROLLARE
Binder	Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabelle punto 11.2.6.1
Binder	Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabelle punto 11.2.6.1
Binder	Filler	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabelle punto 11.2.6.1
Binder	Bitume	Cisterna	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabelle punto 11.2.6.1
Binder	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m <sup>2</sup> di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela
Binder	Carote x spessori	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Binder	Carote	Pavimentazione	Ogni 1000 m di fascia di stesa	% bitume, % vuoti

#### 14.3.8 Conglomerato bituminoso per strati di base tradizionale a caldo

##### 14.3.8.1 Accettazione delle miscele

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle di cui al punto 11.2.7.4 viene verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE delle miscele. Gli attestati devono essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori. Su richiesta della Direzione Lavori devono inoltre essere fornite le registrazioni delle prove effettuate per il controllo di



produzione di fabbrica degli ultimi 3 mesi. Le frequenze di prova per il controllo di produzione di fabbrica devono essere quelle relative al livello di controllo Y (livello intermedio).

Il sistema di attestazione della conformità è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 1, del DPR n. 246/93 93 (Sistema 2+).

Per i requisiti non dichiarati nell'attestato di conformità CE la Direzione Lavori può chiedere la qualifica del materiale da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13108-1 la qualifica prevede sia le prove iniziali (ITT) che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato nelle UNI EN 13108 parti 20 e 21.

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore. I controlli di accettazione possono essere effettuati sulle miscele prelevate alla stesa, come pure sulle carote prelevate in sito. Per queste ultime si tiene conto della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

#### **14.3.8.2 Confezionamento delle miscele**

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati. Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a massa, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata allo stoccaggio degli aggregati deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli aggregati con il legante.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in massa.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 150°C e 170° C e quella del legante tra 150° C e 160° C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

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

#### 14.3.8.3 Preparazione delle superfici di stesa

Prima della realizzazione di uno strato di base è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi caratteristiche specifiche. A seconda che lo strato di supporto sia in misto granulare oppure in conglomerato bituminoso la lavorazione corrispondente prenderà il nome rispettivamente di mano di ancoraggio e mano d'attacco.

Per mano di ancoraggio si intende una emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità, applicata sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso. Scopo di tale lavorazione è quello di riempire i vuoti dello strato non legato irrigidendone la parte superficiale fornendo al contempo una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica a rottura lenta con il 55% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808: C 55 B 5) rispondente alle specifiche indicate nella Tabella 71, applicata con un dosaggio di bitume residuo almeno pari a 1,0 kg/m<sup>2</sup>.

Tabella 71

<b>EMULSIONE BITUMINOSA C 55 B 5</b>			
<b>Parametro</b>	<b>Metodo di prova</b>	<b>Valori richiesti</b>	<b>Classe UNI EN 13808</b>
Polarità	UNI EN 1430	Positiva	2
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	45+/-1%	-
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	55+/-1%	4
Contenuto di legante (bitume+flussante)	UNI EN 1431	>53%	4
Contenuto flussante	UNI EN 1431	0%	-
Sedimentazione a 7gg	UNI EN 12847	≤10%	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	120 – 180	5
Residuo bituminoso (per evaporazione)			
Penetrazione a 25 °C	UNI EN1426	≤100 mm·10 <sup>-1</sup>	-
Punto di rammollimento	UNI EN1427	> 30°C	-

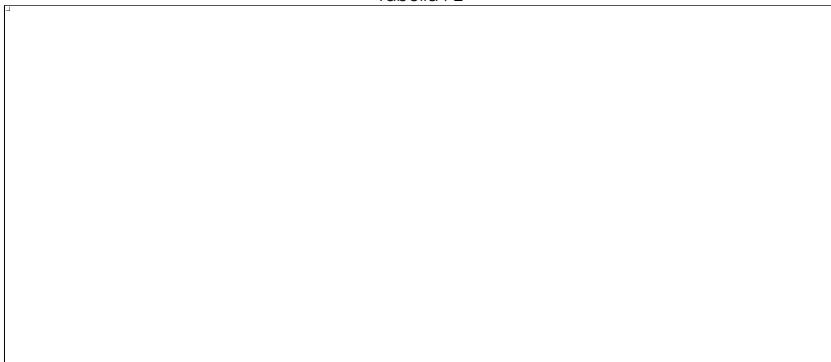
Per mano d'attacco si intende una emulsione bituminosa applicata sopra una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, avente lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi aumentando l'adesione all'interfaccia.

L'emulsione per mano d'attacco deve essere un'emulsione cationiche a rottura rapida con il 60% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808: C 60 B 4) rispondente alle specifiche indicate nella Tabella 72.

Il dosaggio varia a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione.

Nel caso di stesa della base in due strati il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0.30 kg/m<sup>2</sup>; nel caso di ricariche (stesa sopra conglomerato esistente) il dosaggio deve essere di 0.35 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo, nel caso di stesa su pavimentazione precedentemente fresata il dosaggio deve essere di 0.40 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo.

Tabella 72



E' ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche diversamente diluite a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) ed il dosaggio siano gli stessi.

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

#### **14.3.8.4 Posa in opera**

La posa in opera dello strato di base viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi. Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzerramento.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti 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 deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione della base deve iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati. Possono essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di massa non inferiore a 8 t e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa dello strato di base verrà stesa dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza della fondazione ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato deve essere rimossa, per garantirne l'ancoraggio, la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

#### **14.3.8.5 Controlli**

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso per strati di base e della sua posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.



L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella Tabella 73.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Le prove saranno eseguite dal Laboratorio della Provincia Autonoma di Bolzano o da altro Laboratorio indicato dal Committente.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità.

Sulla miscela vengono determinate: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione e vengono effettuate prove Marshall per la determinazione di stabilità e rigidità (UNI EN 12697-34). Inoltre sui provini compattati con il metodo Marshall sono determinati la massa volumica di riferimento D M (UNI EN 12697-9), la percentuale dei vuoti residui (UNI EN 12697-8), la perdita di stabilità dopo 15 giorni di immersione in acqua (CNR n. 121/87) e la resistenza alla trazione indiretta (UNI EN 13286-42).

Dopo la stesa la Direzione Lavori preleverà delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.

Sulle carote vengono determinati: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione, la massa volumica, la percentuale dei vuoti residui.

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, assumendo per i valori con spessore in eccesso di oltre il 5%, rispetto a quello di progetto, valori corrispondenti allo spessore di progetto moltiplicato per 1,05.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco dello strato di base pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = s + 0,20 \cdot s^2$$

dove s è la mancanza di spessore, in percentuale rispetto al valore di progetto valutata con

$$s = \frac{(S_{\text{progetto}} - S_{\text{misurato}} \cdot \gamma_{\text{carota}} / (0,98 \cdot \gamma_{\text{miscela}}))}{S_{\text{progetto}}} \cdot 100$$

$\gamma_{\text{miscela}}$  è quello riportato nello studio della miscela (D M ovvero D G di cui al punto 11.2.7.4); in assenza dello studio della miscela si farà riferimento alla massa di volume dei provini Marshall confezionati con il conglomerato prelevato al momento della stesa.

Nei casi in cui risulti  $s > 15$

si procederà alla stesa di uno strato di conguagliamento (previa spruzzatura della mano di attacco) fino a raggiungere lo spessore di progetto. Per la ricarica potrà essere impiegato anche conglomerato tipo binder che non potrà comunque essere di spessore inferiore a cm 3,0; in tal senso, nei casi in cui vengano superate (con la ricarica) le quote di progetto, si dovrà procedere all'affresatura parziale dello strato di base fino a consentire un conguagliamento di spessore maggiore o uguale a cm 3,0.

Quando possibile il congruagliamento potrà essere realizzato incrementando lo spessore dei sovrastanti strati di binder e tappeto di usura purché questo non determini difficoltà di stesa e compattazione a causa di spessore eccessivo.

Per carenze nella quantità di bitume riscontrata verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco dello strato di base pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 25 b^2$$

dove b è il valore dello scostamento della percentuale di bitume (arrotondata allo 0,1%) dal valore previsto nello studio della miscela, oltre la tolleranza dello 0,3%; in assenza dello studio della miscela si farà riferimento al valore medio dell'intervallo indicato al punto 11.2.7.4.

Per l'assenza di attivante d'adesione verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione pari al 10% del prezzo in elenco per lo strato di base.

Per valori dei vuoti, determinati sulle carote, superiori al 7% verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco dello strato di base pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 2v + v^2$$

dove v è la media degli scostamenti (eccedenze) dei valori ottenuti dalle carote rispetto al valore limite del 7%. Per i tratti stradali con pendenza superiore al 6% il valore limite (accettabile senza detrazione) per la percentuale dei vuoti residui (sulle carote) è innalzato all' 8%.

Valori dei vuoti superiori al 12% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Per gli aggregati grossi aventi caratteristiche non conformi a quelle richieste (rif. punto 11.2.7.1), per l'eccesso nella quantità di bitume, per la rigidità Marshall fuori dai limiti prescritti, per percentuali di vuoti residui, sia sulla miscela sfusa che sulle carote, inferiori al valore minimo la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

Le penali precedentemente indicate sono cumulabili e non escludono ulteriori detrazioni per difetto dei materiali costituenti, della miscela utilizzata rispetto a quella proposta dall'Impresa e/o della sua posa in opera, sempre che le carenze riscontrate rientrino nei limiti di accettabilità e non pregiudichino la funzionalità dell'opera.

Tabella 73

CONTROLLO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE				
STRATO	TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI DA CONTROLLARE
Base	Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabelle punto 11.2.7.1
Base	Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabelle punto 11.2.7.1
Base	Filler	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabelle punto 11.2.7.1

Base	Bitume	Cisterna	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabelle punto 11.2.7.1
Base	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m <sup>2</sup> di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela
Base	Carote x spessori	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Base	Carote	Pavimentazione	Ogni 1000 m di fascia di stesa	% bitume, attivante d'adesione, % vuoti

### 14.3.9 Conglomerato bituminoso per strati di base tradizionale a caldo con bitume modificato

#### 14.3.9.1 Accettazione delle miscele

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle di cui al punto 11.2.8.4 viene verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE delle miscele. Gli attestati devono essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori. Su richiesta della Direzione Lavori devono inoltre essere fornite le registrazioni delle prove effettuate per il controllo di produzione di fabbrica degli ultimi 3 mesi. Le frequenze di prova per il controllo di produzione di fabbrica devono essere quelle relative al livello di controllo Y (livello intermedio).

Il sistema di attestazione della conformità è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 1, del DPR n. 246/93 93 (Sistema 2+).

Per i requisiti non dichiarati nell'attestato di conformità CE la Direzione Lavori può chiedere la qualifica del materiale da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13108-1 la qualifica prevede sia le prove iniziali (ITT) che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato nelle UNI EN 13108 parti 20 e 21.

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore. I controlli di accettazione possono essere effettuati sulle miscele prelevate alla stesa, come pure sulle carote prelevate in sito. Per queste ultime si tiene conto della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

#### 14.3.9.2 Confezionamento delle miscele

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati. Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito

a massa, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata allo stoccaggio degli aggregati deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli aggregati con il legante.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in massa.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 150°C e 170°C e quella del legante tra 150°C e 160°C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

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

#### **14.3.9.3 Preparazione delle superfici di stesa**

Prima della realizzazione di uno strato di base è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi caratteristiche specifiche. A seconda che lo strato di supporto sia in misto granulare oppure in conglomerato bituminoso la lavorazione corrispondente prenderà il nome rispettivamente di mano di ancoraggio e mano d'attacco.

Per mano di ancoraggio si intende una emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità, applicata sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso. Scopo di tale lavorazione è quello di riempire i vuoti dello strato non legato irrigidendone la parte superficiale fornendo al contempo una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica a rottura lenta con il 55% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808: C 55 B 5) rispondente alle specifiche indicate nella Tabella 74, applicata con un dosaggio di bitume residuo almeno pari a 1,0 kg/m<sup>2</sup>.

Tabella 74



EMULSIONE BITUMINOSA C 55 B 5			
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Classe UNI EN 13808
Polarità	UNI EN 1430	Positiva	2
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	45+/-1%	-
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	55+/-1%	4
Contenuto di legante (bitume+flussante)	UNI EN 1431	>53%	4
Contenuto flussante	UNI EN 1431	0%	-
Sedimentazione a 7gg	UNI EN 12847	≤10%	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	120 – 180	5
Residuo bituminoso (per evaporazione)			
Penetrazione a 25 °C	UNI EN1426	≤100 mm·10 <sup>-1</sup>	-
Punto di rammollimento	UNI EN1427	> 30°C	-

Per mano d'attacco si intende una emulsione bituminosa applicata sopra una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, avente lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi aumentando l'adesione all'interfaccia.

L'emulsione per mano d'attacco deve essere un'emulsione cationiche a rottura rapida con il 60% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808: C 60 B 4) rispondente alle specifiche indicate nella Tabella 75.

Il dosaggio varia a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione.

Nel caso di stesa della base in due strati il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0.30 kg/m<sup>2</sup>; nel caso di ricariche (stesa sopra conglomerato esistente) il dosaggio deve essere di 0.35 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo, nel caso di stesa su pavimentazione precedentemente fresata il dosaggio deve essere di 0.40 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo.

Tabella 75

--

E' ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche diversamente diluite a condizione che gli



indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) ed il dosaggio siano gli stessi.

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

#### **14.3.9.4 Posa in opera**

La posa in opera dello strato di base viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi. Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzerramento.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti 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 deve risultare in ogni momento non inferiore a 150° C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione della base deve iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati. Possono essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di massa non inferiore a 12 t e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.



La superficie dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa dello strato di base verrà stesa dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza della fondazione ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato deve essere rimossa, per garantirne l'ancoraggio, la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

#### **14.3.9.5 Controlli**

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso per strati di base e della sua posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella Tabella 76.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Le prove saranno eseguite da un Laboratorio indicato dal Committente.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità.

Sulla miscela vengono determinate: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione e vengono effettuate prove Marshall per la determinazione di stabilità e rigidità (UNI EN 12697-34). Inoltre sui provini compattati con il metodo Marshall sono determinati la massa volumica di riferimento D M (UNI EN 12697-9), la percentuale dei vuoti residui (UNI EN 12697-8), la perdita di stabilità dopo 15 giorni di immersione in acqua (CNR n. 121/87) e la resistenza alla trazione indiretta (UNI EN 13286-42).

Dopo la stesa la Direzione Lavori preleverà delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.

Sulle carote vengono determinati: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione, la massa volumica, la percentuale dei vuoti residui.

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, assumendo per i valori con spessore in eccesso di oltre il 5%, rispetto a quello di progetto, valori corrispondenti allo spessore di progetto moltiplicato per 1,05.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco dello strato di base pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = s + 0,20 \cdot s^2$$

dove  $s$  è la mancanza di spessore, in percentuale rispetto al valore di progetto valutata con

$$s = (S \text{ progetto} - S \text{ misurato} \cdot \gamma \text{ carota} / (0,98 \cdot \gamma \text{ miscela})) \cdot 100 / S \text{ progetto}$$

$\gamma$  miscela è quello riportato nello studio della miscela (D M ovvero D G di cui al punto 11.2.7.4); in assenza dello studio della miscela si farà riferimento alla massa di volume dei provini Marshall confezionati con il conglomerato prelevato al momento della stesa.

Nei casi in cui risulti  $s > 15$

si procederà alla stesa di uno strato di congruagliamento (previa spruzzatura della mano di attacco) fino a raggiungere lo spessore di progetto. Per la ricarica potrà essere impiegato anche conglomerato tipo binder che non potrà comunque essere di spessore inferiore a cm 3,0; in tal senso, nei casi in cui vengano superate (con la ricarica) le quote di progetto, si dovrà procedere all'affresatura parziale dello strato di base fino a consentire un congruagliamento di spessore maggiore o uguale a cm 3,0.

Quando possibile il congruagliamento potrà essere realizzato incrementando lo spessore dei sovrastanti strati di binder e tappeto di usura purché questo non determini difficoltà di stesa e compattazione a causa di spessore eccessivo.

Per carenze nella quantità di bitume riscontrata verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco dello strato di base pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 25 \cdot b^2$$

dove  $b$  è il valore dello scostamento della percentuale di bitume (arrotondata allo 0,1%) dal valore previsto nello studio della miscela, oltre la tolleranza dello 0,3%; in assenza dello studio della miscela si farà riferimento al valore medio dell'intervallo indicato al punto 11.2.7.4.

Per l'assenza di attivante d'adesione verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione pari al 10% del prezzo in elenco per lo strato di base.

Per valori dei vuoti, determinati sulle carote, superiori al 7% verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco dello strato di base pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 2v + v^2$$

dove  $v$  è la media degli scostamenti (eccedenze) dei valori ottenuti dalle carote rispetto al valore limite del 7%. Per i tratti stradali con pendenza superiore al 6% il valore limite (accettabile senza detrazione) per la percentuale dei vuoti residui (sulle carote) è innalzato all'8%.

Valori dei vuoti superiori al 12% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Per valori del modulo complesso  $E^*$  (Norma UNI EN 12697-26) inferiori a quelli di progetto, con una tolleranza del 10%, verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco dello strato di base pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 0,4 \cdot M$$

dove M è il numero dei punti percentuali di carenza, oltre la tolleranza del 10% (carenza percentuale effettiva meno 10) del modulo complesso E\*.

Qualora l'altezza ridotta delle carote non consenta l'esecuzione della prova, il modulo complesso verrà determinato su provini confezionati in laboratorio con la corrispondente miscela prelevata in corso d'opera, costipata fino al raggiungimento della densità in situ.

Per gli aggregati grossi aventi caratteristiche non conformi a quelle richieste (rif. punto 11.2.8.1), per l'eccesso nella quantità di bitume, per la rigidità Marshall fuori dai limiti prescritti, per percentuali di vuoti residui, sia sulla miscela sfusa che sulle carote, inferiori al valore minimo la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

Le penali precedentemente indicate sono cumulabili e non escludono ulteriori detrazioni per difetto dei materiali costituenti, della miscela utilizzata rispetto a quella proposta dall'Impresa e/o della sua posa in opera, sempre che le carenze riscontrate rientrino nei limiti di accettabilità e non pregiudichino la funzionalità dell'opera.

Tabella 76

CONTROLLO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE				
STRATO	TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI DA CONTROLLARE
Base	Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabelle punto 11.2.7.1
Base	Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabelle punto 11.2.7.1
Base	Filler	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabelle punto 11.2.7.1
Base	Bitume	Cisterna	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabelle punto 11.2.7.1
Base	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m <sup>2</sup> di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela
Base	Carote x spessori	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Base	Carote	Pavimentazione	Ogni 1000 m di fascia di stesa	% bitume, % vuoti
Base	Carote	Pavimentazione	Ogni 1000 m di fascia di stesa	Modulo complesso E*

#### 14.3.10 Sottofondo

L'Appaltatore in seguito al controllo del sottofondo da lui effettuato deve formulare le proprie perplessità specialmente nei seguenti casi:

- prestazioni meccaniche manifestamente insufficienti,
- scostamenti dalla quota, dalla pendenza o dalla planarità prescritte nel progetto,
- presenza di sostanze inquinanti o dannose,



- mancanza dei necessari dispositivi di drenaggio e di evacuazione delle acque.

#### **14.4 PRESTAZIONI ACCESSORIE, PRESTAZIONI PARTICOLARI**

##### **14.4.1 Prestazioni accessorie**

Prestazioni accessorie, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 4.1, sono in particolare:

1. Accertamento dello stato delle strade e del terreno, dei canali di raccolta delle acque e simili.
2. Realizzazione di accessi pedonali e veicolari provvisori e simili, eccettuate le prestazioni di cui al punto 11.4.2.2.
3. Prove sui materiali, compresa la campionatura, per la verifica dell'idoneità e della qualità dei materiali e delle miscele di materiali ai sensi dei punti precedenti, per quanto gli stessi sono forniti o prodotti dall'Appaltatore.
4. Pulizia di superfici inquinate e sigillatura di zone porose e/o di fessure con malta bituminosa, prima dell'applicazione della mano d'attacco.
5. Individuazione di eventuali infrastrutture esistenti.
6. Verifiche e prove compresa la campionatura, e le prestazioni relative.
7. Sollevamento ed adattamento di chiusini per saracinesche.

##### **14.4.2 Prescrizioni particolari**

Prestazioni particolari, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 11.4.2, sono per esempio:

1. Preparazione del sottofondo, per es. compattazione successiva, profilatura alle quote di progetto, rimozione di sostanze inquinanti dannose, applicazione della mano d'ancoraggio, qualora tali prestazioni non siano riconducibili all'operato dell'Appaltatore.
2. Realizzazione, messa a disposizione e rimozione di barriere e di pavimentazioni provvisorie per la conservazione del traffico pubblico e di quello dei frontisti, in particolare a seguito di prescrizioni delle autorità competenti.
3. Prestazioni per migliorare l'adesione tra gli strati, esecuzione particolare e trattamento dei giunti longitudinali, qualora tali prestazioni non siano riconducibili all'operato dell'Appaltatore.
4. Prestazioni per l'irruvidimento di tappeti di usura, qualora tali prestazioni non siano riconducibili all'operato dell'Appaltatore.
5. Realizzazione di cavità non indicate per tipo, dimensioni e numero nella descrizione delle opere.
6. Chiusura di cavità nonché inserimento di elementi da incorporare nelle pavimentazioni.
7. Raccordi con costruzioni o pavimentazioni esistenti, mediante taglio, fresatura, esecuzione di giunti o di altri elementi o lavorazioni particolari.



8. Indagini nel corso delle verifiche di idoneità, per quanto non siano comprese tra le prestazioni secondo il punto 11.4.1.3 o qualora i materiali impiegati sono messi a disposizione o prescritti dal Committente.
9. Sgombero della neve e sistemazione di superfici stradali sdrucciolevoli per la messa in sicurezza del traffico.
10. Sollevamento ed adattamento di chiusini e di scarichi stradali.

## **14.5 CONTABILIZZAZIONE**

Ad integrazione di quanto indicato nelle "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.5 e senza pregiudizio delle prescrizioni riportate al punto 3 sotto "Controlli", vale quanto segue:

### **14.5.1 Generalità**

La prestazione viene determinata, indipendentemente se da disegno ovvero per misurazione, in base ai seguenti criteri:

#### **14.5.1.1 Per opere da contabilizzare a superficie (m<sup>2</sup>):**

per tutte le prestazioni valutate a m<sup>2</sup>, la superficie verrà determinata con metodi geometrici rigorosi per il suo effettivo sviluppo.

#### **14.5.1.2 Per opere da contabilizzare a lunghezza (m):**

per tutte le prestazioni valutate a m, la lunghezza verrà determinata nella misura effettiva più lunga dell'elemento finito in opera.

#### **14.5.1.3 5.1.3 Per opere da contabilizzare a massa (kg, t):**

per tutte le opere da compensare a massa (kg, t), verrà considerato la massa del materiale fornito e messo in opera, determinato mediante pesatura, in base alle bolle di consegna verificate dal Direttore dei Lavori o da un suo preposto.

### **14.5.2 Vengono portate in detrazione:**

Per le prestazioni da contabilizzare a superficie, non verranno detratti vuoti o elementi incorporati con superficie singola fino a 1 m<sup>2</sup>, nonché giunti o rotaie. Nel caso di vuoti più grandi, sarà dedotta solo la parte eccedente la misura di 1 m<sup>2</sup>.

## **15 COSTRUZIONI STRADALI – PAVIMENTAZIONI CON MASSELLI, CUBETTI E LASTRE - CORDOLI**

---

### **15.1 CAMPO DI APPLICAZIONE**

1. Le presenti DTC "Costruzioni stradali - Pavimentazioni con masselli, cubetti e lastre - Cordoli", valgono per la pavimentazione di strade di ogni genere, piazze, cortili, terrazze e simili, banchine e massicciate per linee ferroviarie con masselli, mattonelle, cubetti e lastre nonché per la realizzazione di contorni e cunette di scarico.
2. Le DTC "Costruzioni stradali - Pavimentazioni con masselli, cubetti e lastre - Cordoli" non si applicano per pavimentazioni con masselli, cubetti e lastre, posate direttamente, senza interposizione di uno strato drenante e portante, su costruzioni.
3. A titolo integrativo sono applicabili le DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punti da 1.1 a 1.5. In caso di discordanza prevalgono le prescrizioni specifiche delle presenti DTC.

### **15.2 MATERIALI, ELEMENTI COSTRUTTIVI**

Ad integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 2 vale quanto segue:

Per i principali materiali ed elementi costruttivi normalizzati di più comune utilizzo vengono citate in particolare le seguenti norme tecniche di riferimento.

#### **15.2.1 Masselli e lastre di calcestruzzo**

- UNI EN 1338 Masselli di calcestruzzo per pavimentazione - Requisiti e metodi di prova
- UNI EN 1339 Lastre di calcestruzzo per pavimentazione - Requisiti e metodi di prova

Per le lastre che per le dimensioni non possono essere considerate masselli ai sensi della norma UNI EN 1338, vale la norma UNI EN 1339.

- I masselli e le lastre posate su un'unica superficie, devono avere lo stesso spessore.

#### **15.2.2 Mattonelle e lastre per pavimentazioni di materiali ceramici**

- UNI EN 1344 Elementi per pavimentazione di laterizio - Requisiti e metodi di prova

#### **15.2.3 Cubetti e lastre di pietra naturale**

- UNI EN 1341 Lastre di pietra naturale per pavimentazioni esterne - Requisiti e metodi di prova;
- UNI EN 1342 Cubetti di pietra naturale per pavimentazioni esterne - Requisiti e metodi di prova;



- UNI EN 12058 Prodotti di pietra naturale - Lastre per pavimentazioni e per scale – Requisiti
- UNI EN 12370 Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione della resistenza alla cristallizzazione dei sali
- UNI EN 12371 Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione della resistenza al gelo
- UNI EN 12372 Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione della resistenza a flessione sotto carico concentrato
- UNI EN 14157 Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione della resistenza all'abrasione

#### 15.2.4 Cordoli e bordi di calcestruzzo

- UNI EN 1340 Cordoli di calcestruzzo - Requisiti e metodi di prova Cordoli di larghezza inferiore a 8 cm devono avere una resistenza media a tensoflessione pari a 5 N/mm<sup>2</sup>; per i restanti requisiti essi devono rispondere alla norma UNI EN 1340.

#### 15.2.5 Cordoli di pietra naturale

UNI EN 1343 Cordoli di pietra naturale per pavimentazioni esterne - Requisiti e metodi di prova

#### 15.2.6 Cunette e canalette di calcestruzzo

UNI EN 1340 Cordoli di calcestruzzo - Requisiti e metodi di prova

La resistenza media a tensoflessione deve essere pari a 6 N/mm<sup>2</sup>, la resistenza media a compressione del cubetto ritagliato con la sega non deve essere inferiore a 50 N/mm<sup>2</sup>.

#### 15.2.7 Altri prodotti di calcestruzzo per la pavimentazioni

Per elementi in cemento armato:

- Legge 5 novembre 1971, N. 1086 Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio normale e precompresso ed a struttura metallica
- Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 17 gennaio 2018 Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni
- D.M. Infrastrutture e trasporti 31 Luglio 2012 Approvazione delle Appendici nazionali recanti i parametri tecnici per l'applicazione degli Eurocodici
- UNI EN 1992-1-1 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 206-1 Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità. I prodotti di calcestruzzo direttamente esposti all'azione del traffico, devono avere una resistenza media a compressione di almeno 50 N/mm<sup>2</sup> (alla verifica di 3 provini il valore minimo deve essere pari a 45 N/mm<sup>2</sup>) oppure una resistenza media a tensoflessione di 6 N/mm<sup>2</sup>, con valore minimo 5 N/mm<sup>2</sup>.

#### 15.2.8 Canalette di drenaggio

- UNI EN 1433 Canalette di drenaggio per aree soggette al passaggio di veicoli e pedoni - Classificazione, requisiti di progettazione e di prova, marcatura e valutazione di conformità.

#### 15.2.9 Materiale per il letto di posa

La sabbia, la ghiaia, la sabbia da frantoio ed il pietrisco devono rispondere alla norma UNI EN 12620 „Aggregati per calcestruzzo“. Altre sabbie, sabbie ghiaiose, sabbie da frantoio e pietrischi adatti possono essere impiegati se il contenuto in peso delle parti dilavabili non supera il 5%.

Materiali con granulometria idonea sono sabbia 0/2 mm o 0/4 mm, pietrisco 1/3 mm o 2/5 mm o miscele di sabbia da frantoio e pietrisco con granulometria del fuso 0/5 mm.

Per pavimentazioni permeabili va impiegato pietrisco (per esempio 1/3 mm o 2/5 mm), coordinato con il materiale di riempimento delle fughe ai sensi del punto 2.10.

Le malte cementizie devono avere i requisiti del gruppo di malte M2 (dosaggio 1:4) secondo D.M. del 20.11.1987. Con strati di base non legati, il dosaggio è pari a 1:8, per le malte di calce è prescritto un dosaggio 1:8. Il dosaggio viene misurato in parti di volume.

#### 15.2.10 Materiale di riempimento delle fughe

Per intasare le fughe con materiali non legati, si dovrà impiegare sabbia, sabbia ghiaiosa, sabbia da frantoio o pietrisco. Materiali con granulometria idonea sono sabbia 0/2 mm o 0/4 mm, pietrisco 1/3 mm o 2/5 mm o miscele di sabbia da frantoio pietrisco 0/5 mm. Per pavimentazioni permeabili va impiegato pietrisco (per esempio 1/3 mm o 2/5 mm) adatto per la larghezza delle fughe e per il materiale del letto di posa.

Boiacche e malte cementizio da colare devono contenere almeno 600 kg/m<sup>3</sup> di cemento, malte cementizie di altro tipo vanno confezionate con un dosaggio di 1:4.

Malte di calce devono essere confezionate con dosaggi da 1:3 a 1:4,5. Il dosaggio viene misurato in parti in volume.

#### 15.2.11 Leganti

- UNI EN 197-1 Cemento - Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni.
- UNI EN 459-1 Calci da costruzione - Definizioni, specifiche e criteri di conformità
- UNI EN 15529 Derivati dalla pirolisi del carbone - Terminologia

#### 15.2.12 Calcestruzzo

- Legge 5 novembre 1971, N. 1086 Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio normale e precompresso ed a struttura metallica

- Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 17 gennaio 2018 Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni
- D.M. Infrastrutture e trasporti 31 Luglio 2012 Approvazione delle Appendici nazionali recanti i parametri tecnici per l'applicazione degli Eurocodici
- UNI EN 1992-1-1 Eurocodice 2: Progettazione delle strutture di calcestruzzo. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- UNI EN 206-1 Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità
- UNI EN 1433 Canalette di drenaggio per aree soggette al passaggio di veicoli e pedoni - Classificazione, requisiti di progettazione e di prova, marcatura e valutazione di conformità
- UNI EN 12058 Prodotti di pietra naturale - Lastre per pavimentazioni e per scale - Requisiti.
- UNI EN 12390-3 Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 3: Resistenza alla compressione dei provini
- UNI EN 13198 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Prodotti per l'arredo urbano e da giardino
- UNI EN 13748-1 Piastrelle di graniglia - Parte 1: Piastrelle di graniglia per uso interno
- UNI EN 13748-2 Piastrelle di graniglia - Parte 2: Piastrelle di graniglia per uso esterno

### 15.2.13 Altro

Per superfici non raggiungibili per motoveicoli, possono essere impiegati per la realizzazione del letto di posa e per il riempimento delle fughe miscele di aggregati con granulometria nei fusi 0/2 mm, 1/3 mm o 2/5 mm.

## 15.3 ESECUZIONE

A completamento di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 3, vale quanto segue:

### 15.3.1 Generalità

1. La scelta delle procedure operative, dello svolgimento dei lavori nonché del tipo e dell'impiego dei mezzi d'opera spetta all'Appaltatore.
2. In presenza di condizioni atmosferiche non adatte, ad esempio con gelo, devono essere dovranne essere concordate con il Committente idonee misure particolari. Le prestazioni per mettere in opera tali misure costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 12.4.2.1).
3. Le costruzioni a rischio di danneggiamento vanno protette a regola d'arte. Per le misure di protezione e di sicurezza vanno osservate le prescrizioni impartite dai proprietari o da altri soggetti legittimati. Tali misure costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 12.4.2.1).
4. Qualora vengono rinvenuti ostacoli imprevisti, per esempio condotte, cavi, drenaggi, canali, capisaldi, residui o parti di costruzioni, l'appaltatore ne informerà immediatamente il

Committente. Le prestazioni per mettere in atto le misure occorrenti costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 12.4.2.1).

Qualora si debba presumere che gli ostacoli siano costituiti da ordigni bellici, i lavori dovranno essere immediatamente sospesi ed essere informati le autorità competenti ed il Committente.

L'Appaltatore dovrà eseguire tutte le misure di sicurezza e di protezione. Le prestazioni per mettere in atto tali misure costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 12.4.2.1).

5. Alberi, piantagioni e superfici coperte da vegetazione esposti a pericolo di danneggiamento vanno adeguatamente protetti. Valgono le prescrizioni delle leggi vigenti in materia di tutela del paesaggio. Le prestazioni per mettere in atto le misure occorrenti costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 12.4.2.1).
6. Nel corso delle proprie verifiche del piano d'appoggio, l'Appaltatore dovrà formulare le proprie obiezioni, in particolare nei seguenti casi:
  - a. portanza del sottofondo evidentemente insufficiente,
  - b. scostamenti dalla quota, dalla pendenza o dalla planarità previste nel progetto,
  - c. sporcizia o inquinamenti dannosi,
  - d. mancanza dei necessari dispositivi di drenaggio e di evacuazione delle acque.
7. Superfici adiacenti vanno pavimentate con cubetti o masselli dello stesso spessore nominale. La stessa prescrizione vale per lastre e combinazioni di cubetti o masselli con lastre. In superfici accessibili a veicoli non sono ammessi disegni di posa con fughe continue nella direzione del traffico.
8. Il materiale del letto di posa deve essere stabile ad infiltrazioni dal sottofondo.
9. In corrispondenza di raccordi cubetti, masselli o lastre ritagliati non potranno essere reimpiegati, se la loro lunghezza minore non corrisponde almeno alla metà di quella maggiore dei cubetti, masselli o lastre non ritagliati.
10. La curva granulometrica del materiale di riempimento delle fughe deve essere adattata all'utilizzo e alla larghezza delle fughe. Il materiale di riempimento delle fughe deve essere stabile ad infiltrazioni dal letto di posa.

### 15.3.2 Posizione, tolleranze, giunti di dilatazione

1. Le pavimentazioni con masselli, cubetti e lastre vanno eseguite alle quote prescritte e con il profilo longitudinale e trasversale concordato. Gli scostamenti della superficie dalla quota teorica in nessun punto devono essere superiori a 3 mm.  
Contorni con cordoli o altri manufatti vanno perfettamente allineati in profilo ed in pianta. Gli scostamenti delle superfici in vista dalla quota ovvero dalla distanza dall'asse di riferimento prescritte, in nessun punto potranno essere maggiori di 3 mm; scostamenti maggiori non sono

ammissibili se non qualora risultino opportune per evitare notevoli sfridi e qualora siano espressamente state concordati con il Committente prima dell'inizio dei lavori.

Scostamenti dall'allineamento nel piano della faccia superiore e della faccia anteriore, sono ammessi nei limiti di 2 mm in corrispondenza dei giunti tra i cordoli e di altri manufatti con superficie liscia, e di 5 mm per cordoli ed le altri manufatti con notevole scabrosità.

2. Per pavimentazioni di pietre artificiali, di lastre e pavimentazioni con cubetti a mosaico sono ammissibili scostamenti di planarità dal livello prescritto nei limiti della tolleranza di 1 cm rilevata su una lunghezza di misura di 4 m, per le altre pavimentazioni in pietra naturale vale una tolleranza di 2 cm.
3. Non sono ammessi salti di livello in corrispondenza delle fughe di pavimentazioni con masselli, cubetti e lastre. Per raccordi con manufatti disposti alla stessa quota non sono ammessi salti di livello maggiori di 2 mm per materiali con superficie liscia e di 5 mm per quelli con superficie di notevole scabrosità.

Lungo contorni ed elementi incorporati, i bordi della pavimentazione devono essere più alti di 3 mm fino a 5 mm rispetto alla superficie di tali elementi, lungo canalette e scarichi i bordi devono essere più alti di 3 mm fino a 10 mm rispetto ai bordi della canaletta.

4. Le pavimentazioni devono essere eseguite con le seguenti pendenze trasversali:
  - a. per pavimentazioni di pietra naturale: 3,0%
  - b. per pavimentazioni di calcestruzzo, conglomerati di scorie o materiali ceramici: 2,5%,
  - c. per pavimentazioni con lastre: 2,0%,

Non sono ammessi scostamenti maggiori dello 0,4%.

Canalette e cunette vanno posate con una pendenza longitudinale del fondo pari a 0,5%.

5. I giunti di dilatazione nei selciati e nelle pavimentazioni con lastre posate su letto di malta, dovranno essere inseriti ad un interasse non maggiore di 8 m. Inoltre vanno predisposti giunti di dilatazione in corrispondenza dei giunti degli strati di base di calcestruzzo o dei manufatti e sui raccordi con i manufatti.

Per le canalette e le cunette di cui ai punti 12.3.7.2 e 12.3.8, i giunti di dilatazione vanno disposti con un interasse non superiore a 15 m.

### **15.3.3 Pavimentazioni con elementi di calcestruzzo**

#### **15.3.3.1 Letto di posa**

Prima della posa degli elementi va predisposto un letto di posa con materiale conforme al punto 2.9, profilato a livelletta. Il letto compattato avrà uno spessore di 4 a 5 cm.

#### **15.3.3.2 Posa in opera**

Gli elementi della pavimentazione vanno posati sul letto già predisposto, partendo dalle superfici già finite, e disposti uniformemente su file con fughe di larghezza sufficiente di 3 a 5 mm in funzione della dimensione dei moduli. Se le fughe del selciato vengono sigillate, esse dovranno essere larghe almeno 8 mm. Le fughe devono avere in asse un andamento uniforme.

La superficie della pavimentazione dopo la sigillatura delle fughe va pulita e successivamente compattata uniformemente mediante vibrazione fino al raggiungimento della stabilità richiesta.

#### **15.3.3.3 Sigillatura delle fughe**

Le fughe tra gli elementi vanno chiusi con materiale di riempimento secondo il punto 12.2.10.

L'intasamento con materiale non legato dovrà avvenire mediante scopatura intensa oppure con abbondante irroramento con acqua. L'intasamento delle fughe dovrà seguire l'avanzamento della posa senza interruzione di continuità. Dopo la compattazione mediante vibrazione, l'intasamento dovrà essere ripetuto.

### **15.3.4 Pavimentazione di materiali ceramici**

#### **15.3.4.1 Letto di posa**

Prima della posa degli elementi va predisposto un letto posa con materiale conforme al punto 12.2.9, profilato a livelletta. Il letto compattato avrà uno spessore di 4 a 5 cm.

#### **15.3.4.2 Posa e messa in opera**

Gli elementi della pavimentazione vanno posati in piano sul letto di posa, partendo dalle superfici già finite. Le fughe devono avere in asse un andamento uniforme. Le fughe dovranno essere larghe almeno 3 mm, quelle da sigillare dovranno essere larghe almeno 8 mm.

La superficie della pavimentazione dopo la sigillatura va compattata mediante vibrazione uniformemente fino al raggiungimento della stabilità richiesta.

#### **15.3.4.3 Sigillatura dei giunti**

Le fughe tra gli elementi vanno chiusi con materiale di riempimento secondo il punto 12.2.10.

L'intasamento con materiale non legato dovrà avvenire mediante scopatura intensa oppure con abbondante irroramento con acqua. L'intasamento delle fughe dovrà seguire l'avanzamento della posa senza interruzione di continuità. Dopo la compattazione mediante vibrazione, l'intasamento dovrà essere ripetuto.

Se le fughe della pavimentazione vengono sigillate, dopo la completa compattazione mediante vibrazione, esse dovranno essere raschiate e pulite con getto d'aria fino ad una profondità di almeno 3 cm, eventualmente asciugate e riempite a raso con sigillanti; se necessario, la sigillatura

va completata in un secondo tempo. Nel caso di sigillature con malta, la superficie va mantenuta umida per un lasso di tempo sufficientemente lungo.

### **15.3.5 Pavimentazione in pietra naturale**

#### **15.3.5.1 Letto di posa**

Prima della posa degli elementi va predisposto un letto di posa con materiale secondo il punto 12.2.9, profilato a livelletta. Lo spessore del letto costipato e vibrato deve risultare di 4-6 cm per cubetti di pezzatura grande e di 4-6 cm per cubetti a mosaico o di pezzatura piccola.

#### **15.3.5.2 Posa in opera**

I cubetti vanno posati a disegno sul letto di posa e battuti con la martellina. Cubetti di pezzatura grande vanno posati in file. Le fughe, misurate alla testa dei cubetti, non devono essere più larghe di 15 mm; le superfici non potranno essere suddivise con giunti; lungo ogni fila vanno impiegati, per quanto possibile, cubetti di larghezza costante. I cubetti di pezzatura piccola o a mosaico vanno posati con fughe strette ad archi contrastanti. Le fughe, misurate alla testa dei cubetti, non devono essere più larghe di 10 mm per cubetti di pezzatura piccola e di 6 mm per quelli a mosaico; le superfici non potranno essere suddivise con giunti.

Se le fughe del selciato vengono sigillate, le fughe dovranno essere larghe almeno 8 mm. Le fughe devono avere in asse un andamento uniforme. La superficie della pavimentazione dopo la sigillatura delle fughe va pulita e successivamente va compattata mediante vibrazione in maniera uniforme fino al raggiungimento della stabilità richiesta.

#### **15.3.5.3 Sigillatura dei giunti**

Le fughe tra gli elementi vanno chiusi con materiale di riempimento secondo il punto 12.2.10. Le fughe tra un elemento e l'altro non dovranno essere più larghe di 1 cm. L'intasamento con materiale non legato dovrà avvenire mediante scopatura intensa oppure con abbondante irroramento con acqua. L'intasamento delle fughe dovrà procedere con l'avanzamento della posa senza interruzione di continuità. Dopo la compattazione mediante vibrazione, l'intasamento dovrà essere ripetuto.

Se le fughe vengono sigillate, dopo la completa compattazione mediante vibrazione, esse dovranno essere raschiate e pulite con getto d'aria fino ad una profondità di almeno 3 cm, eventualmente asciugate e riempite a raso con sigillanti; se necessario, la sigillatura va completata in un secondo tempo. Nel caso di sigillature con malta, la superficie va mantenuta umida per un lasso di tempo sufficientemente lungo.

### **15.3.6 Pavimentazioni con lastre**

#### **15.3.6.1 Letto di posa**

Prima della posa degli elementi va predisposto un letto di posa con materiale conforme al punto 12.2.9, profilato a livelletta. Il letto compattato avrà uno spessore di 4 a 5 cm.

#### **15.3.6.2 Posa in opera**

Le lastre vanno posate sul letto di posa, disposte a disegno con giunti sfalsati, in parallelo al cordolo o a un altro filo predeterminato, senza dislivelli lungo le fughe di larghezza di 3 a 5 mm, in funzione della misura dei moduli di posa. Le lastre posate devono poggiare su tutta la superficie sul letto costipato uniformemente. Se le fughe vengono intasate o sigillate a mano, esse devono essere larghe almeno 8 mm.

Le fughe devono avere in asse un andamento uniforme. Tagli delle lastre sono ammissibili soltanto quando la superficie da rivestire sia solo leggermente più piccola della lastra.

#### **15.3.6.3 Sigillatura dei giunti**

Le fughe tra gli elementi vanno chiusi con materiale di riempimento secondo il punto 12.2.10. L'intasamento con materiale non legato dovrà avvenire mediante scopatura intensa oppure con abbondante irroramento con acqua. L'intasamento delle fughe dovrà procedere con l'avanzamento della posa senza interruzione di continuità. Qualora la sigillatura viene eseguita con malta, la superficie va mantenuta umida per un lasso di tempo sufficientemente lungo.

### **15.3.7 Cordoli e bordi**

#### **15.3.7.1 Elementi per cordoli e bordi**

Elementi per cordoli e bordi secondo i punti 2.4 e 2.5 vanno posati su una fondazione con spessore minimo 20 cm con un rinfiacco di calcestruzzo C 12/15 secondo le indicazioni del punto 12.2.12. I cordoli ed il rinfiacco vanno posati sul cordolo di fondazione prima della presa.

Il rinfiacco deve avere uno spessore di 10 cm costante su tutta l'altezza. Lo spigolo superiore del rinfiacco è da finire in quota in funzione dello spessore della pavimentazione adiacente. La superficie superiore del rinfiacco deve essere leggermente inclinata verso l'esterno.

La larghezza della fondazione è data dalla larghezza del cordolo o del bordo impiegati, maggiorata di quella del rinfiacco ed eventualmente di quella della cunetta.

I cordoli ed i bordi di calcestruzzo vanno posati con giunti larghi circa 5 mm, che non devono essere sigillati.

In corrispondenza di ribassamenti dei cordoli, vanno inseriti pezzi speciali con raccordo regolare del dislivello tra le facce superiori. Curve con raggio non superiore a 12 m devono venire realizzate con



elementi curvi. Per curve con raggio superiore a 12 m possono essere impiegati anche elementi dritti di lunghezza non inferiore a 50 cm.

#### **15.3.7.2 Bordi e contorni di altro tipo**

Cunette lastricate o bordi realizzati con elementi conformi alle norme UNI EN 1338 ed UNI EN 1342 nonché con cunette concave e cordoli in calcestruzzo secondo il punto 12.2.6, vanno posati su di una fondazione in calcestruzzo C 12/15 come indicato al punto 12.2.12. Se le cunette, i bordi o i cordoli vengono posati con un rinfianco di calcestruzzo C 12/15 secondo il punto 12.2.12, questo deve avere uno spessore su tutta l'altezza di 10 cm.

Lo spigolo superiore del rinfianco è da finire in quota in funzione dello spessore della pavimentazione adiacente. La superficie superiore del rinfianco deve essere leggermente inclinata verso l'esterno.

#### **15.3.8 Canalette di scarico**

I pezzi speciali per realizzare canalette di scarico per acque affluenti in superficie secondo la norma UNI EN 1433, devono essere posati e perfettamente allineati in profilo ed in pianta prima della posa della pavimentazione, come parti integranti della stessa, su una fondazione di calcestruzzo C 12/15 secondo le indicazioni del punto 12.2.12.

### **15.4 PRESTAZIONI ACCESSORIE, PRESTAZIONI PARTICOLARI**

#### **15.4.1 Prestazioni accessorie**

Prestazioni accessorie, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.4.1, sono in particolare:

1. Verifica della condizione delle strade, della superficie del terreno, dei collettori e simili.
2. Predisposizione di accessi pedonali e veicolari provvisori e simili, fatta eccezione per le prestazioni secondo il punto 12.4.2.10.
3. Reperimento ed ispezione di infrastrutture esistenti.
4. Verifiche e prove compresa la campionatura, con tutte le prestazioni connesse.

#### **15.4.2 Prestazioni particolari**

Prestazioni particolari, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 12.4.2, sono per esempio:

1. Prestazioni di cui ai punti 12.3.1.2, 12.3.1.3, 12.3.1.4 e 12.3.1.5.
2. Preparazione del sottofondo, per esempio compattazione supplementare, profilatura secondo le quote di progetto, rimozione di sporcizia dannosa, qualora le circostanze non siano imputabili all'Appaltatore.

3. Rifilatura e taglio di lastre, masselli, cordoli, pezzi ed elementi speciali e pezzi di raccordo, per esempio lungo raccordi, in corrispondenza di elementi incorporati e di superfici non pavimentate.
4. Cernita, carico, asporto e scarico di materiali o elementi rimossi, di materiali di rifiuto non prodotti dall'Appaltatore e di pietre e lastre di scarto fornite dal Committente.
5. Maggiori oneri per la realizzazione di pavimentazioni con lastre ad arco o secondo disegni particolari.
6. Maggiori oneri per la realizzazione di pavimentazioni con cubetti o masselli secondo disegni particolari o in combinazione con lastre.
7. Chiusura di campiture isolate nonché posa di inserti di ogni genere.
8. Sgombero della neve ed irruvidimento delle superfici per la salvaguardia del traffico durante i periodi di gelo.
9. Predisposizione, messa a disposizione e smontaggio di barriere e di pavimentazioni per la salvaguardia del traffico pubblico e locale, in particolare a seguito di prescrizioni delle autorità competenti.
10. Realizzazione di superfici campione.
11. Installazione, messa a disposizione, esercizio e rimozione di impianti semaforici di cantiere.

### 15.5 CONTABILIZZAZIONE

Ad integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 2.5 vale quanto segue:

1. Per le pavimentazioni la quantità minima di contabilizzazione viene fissata pari a 0,5 m<sup>2</sup>.
2. Per la rimozione di sigillanti o di letti di posa di pavimentazioni con cubetti e lastre rimosse si considererà la misura in sito della superficie demolita.
3. Per compensare la lavorazione o il taglio di lastre e cubetti lungo gli spigoli ed i bordi si terrà conto della lunghezza del giunto tra la pavimentazione e le superfici, gli elementi costruttivi ed i bordi adiacenti.
4. L'intasamento e la sigillatura delle fughe di pavimentazioni con cubetti e lastre vengono contabilizzati con la superficie della pavimentazione.
5. La lunghezza dei contorni viene misurata lungo il filo anteriore dei cordoli o dei bordi. La stessa prescrizione vale anche per la contabilizzazione di fondazioni con o senza rinfianco da compensare a lunghezza.
6. La rifilatura dello spigolo in vista, la sistemazione o la rettifica di uno smusso esistente o delle facce superiori di cordoli vengono contabilizzate tenendo conto della lunghezza degli elementi lavorati.

7. Non verranno portati in detrazione:

- a. le fughe di bordo tra la pavimentazione con cubetti o lastre ed il contorno, realizzato per esempio con cordoli o profili metallici.
- b. le fughe all'interno delle pavimentazioni con cubetti e lastre e le fughe tra i cordoli o gli elementi di bordo,
- c. profili o guide metallici, se ambedue i lati sono posate pavimentazioni dello stesso tipo,
- d. campiture isolate non pavimentate comprese o rientranti nella pavimentazione ovvero elementi incorporati o emergenti, con superficie singola non superiore a 1 m<sup>2</sup>, per esempio chiusini, cappellotti, pali, gradini.

8. Per canalette di scarico e bordi da contabilizzare a lunghezza (m), vengono detratti elementi incorporati o interruzioni con lunghezza singola minore di 1 m.

## 16 OPERE IN CALCESTRUZZO

---

### 16.1 CAMPO DI APPLICAZIONE

1. Le presenti DTC "Opere in calcestruzzo" si applicano per la realizzazione di opere in calcestruzzo non armato, armato e precompresso di qualsiasi tipo.
2. Le presenti DTC non si applicano a:
  - a. iniezioni (vedi DTC "Lavori di iniezione");
  - b. diaframmi in calcestruzzo (vedi DTC "Diaframmi con fluidi di supporto");
  - c. applicazione di calcestruzzo proiettato (spritzbeton) (vedi DTC "Lavori con calcestruzzo proiettato");
  - d. strati portanti stradali con leganti idraulici (vedi DTC "Costruzioni stradali - sovrastrutture stradali con leganti idraulici");
  - e. manufatti in pietra artificiale (vedi DTC "Opere in lapidei agglomerati");
  - f. manutenzione di opere/manufatti in calcestruzzo (vedi DTC "Protezione e riparazione delle strutture di calcestruzzo");
  - g. massetti (vedi DTC "Massetti").
3. A titolo integrativo sono applicabili le DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia" (punti da 1.1 a 1.5). In caso di discordanza prevalgono le prescrizioni specifiche delle presenti DTC.

### 16.2 MATERIALI, ELEMENTI COSTRUTTIVI

Ad integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.2, vale quanto segue:

Per i principali materiali ed elementi costruttivi normalizzati vengono citate in particolare le seguenti Norme Tecniche di riferimento.

#### 16.2.1 Calcestruzzo

- D.M. Infrastrutture e Trasporti 17 gennaio 2018 Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni
- D.M. Infrastrutture e trasporti 31 Luglio 2012 Approvazione delle Appendici nazionali recanti i parametri tecnici per l'applicazione degli Eurocodici
- Legge 5 novembre 1971, n° 1086 Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio normale e precompresso ed a struttura metallica

- UNI EN 1992-1-1 Eurocodice 2. Progettazione delle strutture di calcestruzzo. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- UNI EN 206-1 Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità
- UNI 11104 Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1
- UNI EN 1992-1-2 Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-2: Regole generali – Progettazione strutturale contro l'incendio
- UNI EN 1992-3 Eurocodice 2. Progettazione delle strutture di calcestruzzo. Parte 3: Serbatoi e strutture di contenimento liquidi
- D.M. Interno 16 febbraio 2007 Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione
- UNI EN 1337 Appoggi strutturali
- D.P.R. n.1363 dell'1 novembre 1959 Progettazione, costruzione ed esercizio degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse)
- Circ. M.LL.PP. n. 352 del 4 dicembre 1987 Prescrizioni inerenti l'applicazione del regolamento sulle dighe di ritenuta approvato con decreto del Presidente della Repubblica 1 novembre 1959, n. 1363
- D.M.LL.PP. 24 marzo 1982 Norme tecniche per la progettazione e la costruzione delle dighe di sbarramento
- D.M.LL.PP. 12 dicembre 1985 Norme tecniche per le tubazioni
- Circ. M.LL.PP. n. 27291 del 20 marzo 1986
- D.M.LL.PP. del 12.12.1985 - Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni

## **16.2.2 Leganti, aggiunte, additivi, acqua, pigmenti**

### **16.2.2.1 Leganti**

- UNI EN 197-1 Cemento - Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni
- UNI EN 197-2 Cemento - Valutazione della conformità
- UNI 9156 Cementi resistenti ai solfati - Classificazione e composizione
- UNI 9606 Cementi resistenti al dilavamento della calce - Classificazione e composizione
- UNI EN 196-1 Metodi di prova dei cementi - Determinazione delle resistenze meccaniche
- UNI EN 196-2 Metodi di prova dei cementi - Analisi chimica dei cementi
- UNI EN 196-3 Metodi di prova dei cementi - Determinazione del tempo di presa e della stabilità
- UNI EN 196-5 Metodi di prova dei cementi - Prova di pozzolanicità dei cementi pozzolanici
- UNI EN 196-6 Metodi di prova dei cementi - Determinazione della finezza
- UNI EN 196-7 Metodi di prova dei cementi - Metodi di prelievo e di campionamento del cemento

- UNI EN 14216 Cemento - Composizione, specifiche e criteri di conformità per cementi speciali a calore di idratazione molto basso
- DIN 51043 Cementi pozzolanici - Requisiti, verifica

#### 16.2.2.2 Aggiunte

- UNI EN 450-1 Ceneri volanti per calcestruzzo – Parte 1: Definizione, specifiche e criteri di conformità
- UNI EN 450-2 Ceneri volanti per calcestruzzo – Parte 2: Valutazione della conformità
- UNI EN 13263-1 Fumi di silice per calcestruzzo – Parte 1: Definizione, requisiti e criteri di conformità

#### 16.2.2.3 Additivi

- UNI EN 480-1 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Metodi di prova - Calcestruzzo e malta di riferimento per le prove
- UNI EN 480-2 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Metodi di prova - Determinazione del tempo di presa
- UNI EN 480-4 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Metodi di prova - Determinazione della quantità di acqua essudata dal calcestruzzo
- UNI EN 480-5 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Determinazione dell'assorbimento capillare
- UNI EN 480-6 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Analisi all'infrarosso
- UNI EN 480-8 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Metodi di prova - Determinazione del tenore di sostanza secca convenzionale
- UNI EN 480-10 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Metodi di prova - Determinazione del tenore di cloruri solubili in acqua
- UNI EN 480-11 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Metodi di prova - Determinazione delle caratteristiche dei vuoti d'aria nel calcestruzzo indurito
- UNI EN 480-12 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Metodi di prova - Determinazione del contenuto di alcali negli additivi
- UNI EN 480-13 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Metodi di prova Malta da muratura di riferimento per le prove sugli additivi per malta
- UNI EN 480-14 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Metodi di prova – Determinazione dell'effetto sulla tendenza alla corrosione dell'acciaio di armatura mediante prova elettrochimica potenziostatica
- UNI 10765 Additivi per impasti cementizi - Additivi multifunzionali per calcestruzzo - Definizioni, requisiti e criteri di conformità

- UNI EN 934-1 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione – Requisiti comuni
- UNI EN 934-2 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Additivi per calcestruzzo - Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura
- UNI EN 934-4 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Additivi per malta per cavi di precompressione - Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura
- UNI EN 934-6 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Campionamento, controllo e valutazione della conformità, marcatura ed etichettatura

#### **16.2.2.4 Acqua**

- UNI EN 1008 Acqua d'impasto per il calcestruzzo - Specifiche di campionamento di prova e di valutazione dell'idoneità dell'acqua, incluse le acque di recupero dei processi dell'industria del calcestruzzo, come acque di impasto del calcestruzzo

#### **16.2.2.5 Pigmenti**

- UNI EN 12878 Pigmenti per la colorazione di materiali da costruzione a base di cemento e/o calce - Specifiche e metodi di prova

### **16.2.3 Aggregati per calcestruzzo**

- UNI 8520-1 Aggregati per calcestruzzo - Istruzioni complementari per l'applicazione della
- EN 12620 - Parte 1: Designazione e criteri di conformità
- UNI 8520-2 Aggregati per calcestruzzo - Istruzioni complementari per l'applicazione della
- EN 12620 - Requisiti
- UNI 8520-8 Aggregati per confezione di calcestruzzi - Determinazione del contenuto in grumi di argilla e particelle friabili
- UNI 8520-21 Aggregati per confezione di calcestruzzi - Confronto in calcestruzzo con aggregati di caratteristiche note
- UNI 8520-22 Aggregati per confezione di calcestruzzi - Determinazione della potenziale reattività degli aggregati in presenza di alcali
- UNI EN 932-1 Metodi di prova per determinare le proprietà generali degli aggregati. Metodi di campionamento
- UNI EN 932-3 Metodi di prova per determinare le proprietà generali degli aggregati - Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata
- UNI EN 933-1 Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Determinazione della distribuzione granulometrica - Analisi granulometrica per stacciatura

- UNI EN 933-2 Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Determinazione della distribuzione granulometrica - Stacci di controllo, dimensioni nominali delle aperture
- UNI EN 933-3 Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Determinazione della forma dei granuli - Coefficiente di appiattimento
- UNI EN 933-4 Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Determinazione della forma dei granuli - Indice di forma
- UNI EN 933-8 Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Valutazione dei fini - Prova dell'equivalente in sabbia
- UNI EN 933-9 Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Valutazione dei fini - Prova del blu di metilene
- UNI EN 1097-2 Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Metodi per la determinazione della resistenza alla frammentazione
- UNI EN 1097-3 Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Determinazione della massa volumica in mucchio e dei vuoti intergranulari
- UNI EN 1097-6 Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Determinazione della massa volumica dei granuli e dell'assorbimento d'acqua
- UNI EN 1744-1 Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati - Analisi chimica
- UNI EN 1367-1 Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati - Determinazione della resistenza al gelo e disgelo
- UNI EN 1367-2 Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati - Prova al solfato di magnesio
- UNI EN 12620 Aggregati per calcestruzzo
- UNI EN 13055-1 Aggregati leggeri – Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione

#### 16.2.4 Acciaio per armature

- D.M. Infrastrutture e Trasporti 17 gennaio 2018 Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni
- D.M. Infrastrutture e trasporti 31 Luglio 2012 Approvazione delle Appendici nazionali recanti i parametri tecnici per l'applicazione degli Eurocodici
- UNI EN 10080 Acciaio d'armatura per calcestruzzo – Acciaio d'armatura saldabile - Generalità
- UNI 10622 Barre e verghe (rotoli) di acciaio d'armatura per cemento armato, zincati a caldo
- UNI EN ISO 17660-1 Saldatura – Saldatura degli acciai d'armatura – Parte 1: giunti saldati destinati alla trasmissione del carico
- UNI EN ISO 17660-2 Saldatura – Saldatura degli acciai d'armatura – Parte 2: giunti saldati non destinati alla trasmissione del carico



#### 16.2.5 Pannelli per pareti, coperture e solai

- D.M. Infrastrutture e Trasporti 17 gennaio 2018 Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni
- D.M. Infrastrutture e trasporti 31 Luglio 2012 Approvazione delle Appendici nazionali recanti i parametri tecnici per l'applicazione degli Eurocodici
- DIN 4166 Pannelli di calcestruzzo aerato comuni e strutturali
- DIN 4213 Impiego nelle costruzioni di elementi prefabbricati in calcestruzzo leggero armato
- DIN 4223-1÷5 Elementi prefabbricati armati in calcestruzzo aerato autoclavato
- UNI EN 1168 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo – Lastre alveolari
- UNI EN 1520 Componenti prefabbricati armati di calcestruzzo alleggerito con struttura aperta con armatura strutturale o non- strutturale
- UNI EN 13693 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo – Elementi speciali per coperture
- UNI EN 13747 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo – Lastre per solai

#### 16.2.6 Componenti per solai, blocchi di alleggerimento in laterizio, mattonelle di vetrocemento, telai per finestre in calcestruzzo

- UNI 9730-1 Elementi di laterizio per solai. Terminologia e classificazione
- UNI 9730-2 Elementi di laterizio per solai. Limiti di accettazione
- UNI 9730-3 Elementi di laterizio per solai. Metodi di prova
- UNI EN 1051-1 Vetro per edilizia - Diffusori di vetro per pareti e pavimentazioni - Parte 1: Definizioni e descrizione
- UNI EN 1051-2 Vetro per edilizia - Mattoni di vetro per pareti e pavimentazioni - Parte 2: Valutazione di conformità/Norma di prodotto
- DIN 4158 Componenti di calcestruzzo per solai di calcestruzzo armato semplice e precompresso
- DIN 4159 Laterizi per solai e pannelli, staticamente collaboranti
- DIN 4160 Laterizi per solai, staticamente non collaboranti
- DIN 18057 Finestre di calcestruzzo - Finestre e vetrate di calcestruzzo; Dimensionamento, requisiti, verifica

### 16.3 ESECUZIONE

Ad integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 3, vale quanto segue:

#### 16.3.1 Generalità

1. Per l'esecuzione sono da applicare in particolare:

- D.M. Infrastrutture e Trasporti 17 gennaio 2018 Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni
- D.M. Infrastrutture e trasporti 31 Luglio 2012 Approvazione delle Appendici nazionali recanti i parametri tecnici per l'applicazione degli Eurocodici
- DIN 4030-1-2 Valutazione di acque, terreni e gas aggressivi per il calcestruzzo
- UNI EN ISO 17660-1 Saldatura – Saldatura degli acciai d'armatura – Parte 1: giunti saldati destinati alla trasmissione del carico UNI EN ISO 17660-2 Saldatura – Saldatura degli acciai d'armatura – Parte 2: giunti saldati non destinati alla trasmissione del carico
- UNI EN 206-1 Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità
- UNI EN 445 Malta per cavi di precompressione - Metodi di prova
- UNI EN 446 Malta per cavi di precompressione - Procedimento di iniezione della malta
- UNI EN 447 Malta per cavi di precompressione - Requisiti di base
- UNI EN 1520 Componenti prefabbricati armati di calcestruzzo alleggerito con struttura aperta
- 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 1997-1 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali
- UNI EN 13670 Esecuzione di strutture di calcestruzzo
- UNI EN 14199 Esecuzione di lavori geotecnici speciali - micropali
- UNI 11307 Prova sul calcestruzzo indurito - Determinazione del ritiro
- UNI 7123 Calcestruzzo - Determinazione dei tempi di inizio e fine presa mediante la misura della resistenza alla penetrazione
- UNI EN 12350-1 Prova sul calcestruzzo fresco - Campionamento
- UNI EN 12350-2 Prova sul calcestruzzo fresco - Prova di abbassamento al cono
- UNI EN 12350-3 Prova sul calcestruzzo fresco - Prova Vebè
- UNI EN 12350-4 Prova sul calcestruzzo fresco - Indice di compattabilità
- UNI EN 12350-5 Prova sul calcestruzzo fresco - Prova di spandimento alla tavola a scosse
- UNI EN 12350-6 Prova sul calcestruzzo fresco - Massa volumica
- UNI EN 12350-7 Prova sul calcestruzzo fresco - Contenuto d'aria - Metodo per pressione
- UNI EN 12504-1 Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Carote - Prelievo, esame e prova di compressione
- UNI EN 12504-2 Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Prove non distruttive - Determinazione dell'indice sclerometrico
- UNI EN 12504-3 Prove sul calcestruzzo nelle strutture – Parte 3: Determinazione della forza di estrazione

- UNI EN 12504-4 Prove sul calcestruzzo nelle strutture – Parte 4: Determinazione della velocità di propagazione degli impulsi ultrasonici
- UNI EN 12390-1 Prova sul calcestruzzo indurito - Forma, dimensioni ed altri requisiti per provini e casseforme
- UNI EN 12390-2 Prova sul calcestruzzo indurito - Confezione e stagionatura dei provini per prove di resistenza
- UNI EN 12390-3 Prova sul calcestruzzo indurito – Resistenza alla compressione dei provini
- UNI EN 12390-5 Prova sul calcestruzzo indurito - Resistenza a flessione dei provini
- UNI EN 12390-6 Prova sul calcestruzzo indurito - Resistenza a trazione indiretta dei provini
- UNI EN 12390-7 Prova sul calcestruzzo indurito - Massa volumica del calcestruzzo indurito
- UNI EN 12390-8 Prova sul calcestruzzo indurito - Profondità di penetrazione dell'acqua sotto pressione
- UNI EN 1992-1-2 Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-2: Regole generali – Progettazione strutturale contro l'incendio
- UNI 11417-1 Durabilità delle opere di calcestruzzo e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo - Parte 1: Istruzioni per ottenere la resistenza alle azioni aggressive
- UNI 11417-2 Durabilità delle opere di calcestruzzo e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo - Parte 2: Istruzioni per prevenire la reazione alcali-silice
- UNI EN ISO 12696 Protezione catodica dell'acciaio nel calcestruzzo
- Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive – emanate dal consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Servizio Tecnico Centrale (link <http://cslp.mit.gov.it>).

2. Sono ammesse variazioni dimensionali rispetto a quelle prescritte nei limiti stabiliti dalle seguenti norme

- UNI 10462 Elementi edilizi. Tolleranze dimensionali. Definizione e classificazione
- UNI 13670 Esecuzione di strutture in calcestruzzo
- UNI EN 206-1 Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità
- DIN 18202 Tolleranze dimensionali nell'edilizia - Costruzioni
- DIN 18203-1 Tolleranze dimensionali nell'edilizia - Parte 1: Elementi prefabbricati di calcestruzzo semplice, armato e precompresso

Qualora vengano richieste caratteristiche di planarità più elevate rispetto alle indicazioni della tabella 3, righe 1 o 5 della norma DIN 18202 ovvero tolleranze dimensionali più ristrette di quelle



indicate nelle citate norme, i maggiori oneri per ottenerle sono da considerare oneri particolari (vedi punto 13.4.2.1).

Ogni onere ed intervento necessario per il ripristino dei manufatti rispetto ai limiti dimensionali è a carico dell'appaltatore.

3. Nel corso delle proprie verifiche l'Appaltatore dovrà formulare le proprie obiezioni, in particolare nei seguenti casi:

- a. scavi di fondazione inadeguati, ad esempio terreno smosso, larghezza insufficiente,
- b. caratteristiche del terreno di fondazione difformi dalle indicazioni fornite dal Committente.

#### **16.3.2 Confezione del calcestruzzo**

L'Appaltatore è libero di produrre, dosare, mescolare, lavorare e trattare il calcestruzzo a suo discernimento per ottenere i requisiti prestazionali richiesti.

#### **16.3.3 Casseratura e superfici del calcestruzzo**

La scelta del tipo e delle modalità di esecuzione dei casseri è riservata all'Appaltatore. Se non diversamente specificato nell'elenco delle prestazioni, le superfici non a contatto con i casseri dovranno essere tirate a staggia; superfici a contatto con i casseri dovranno essere lasciate non lavorate dopo la rimozione dei casseri.

#### **16.3.4 Ponti di sostegno e centinature**

La scelta del tipo e l'esecuzione dei ponti di sostegno e centinature è riservata all'Appaltatore, ferma restando la piena osservanza di tutte le disposizioni vigenti in materia e fatte salve indicazioni diverse contenute negli elaborati progettuali.

#### **16.3.5 Calcestruzzo sottoposto a cicli di gelo e disgelo**

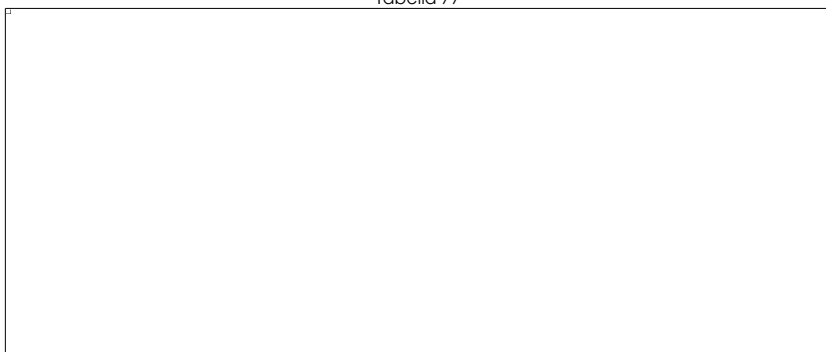
Per la determinazione della resistenza al degrado del calcestruzzo per cicli di gelo e disgelo si adottano i criteri indicati da:

- UNI 7087 Calcestruzzo. Determinazione della resistenza alla degradazione per cicli di gelo e disgelo;
- UNI 8981-4 Durabilità delle opere e dei manufatti di calcestruzzo - Istruzioni per migliorare la resistenza al gelo e disgelo;
- UNI CEN/TS 12390-9 Prova sul calcestruzzo indurito - Parte 9: Resistenza al gelo-disgelo – Scagliatura.

### 16.3.6 Classi di esposizione

1. Le Classi di esposizione per specifici elementi costruttivi e per diverse condizioni ambientali sono indicate nella Tabella 77. Per i restanti elementi costruttivi si rimanda alle norme in vigore. Prevalgono comunque, in caso di difformità, le prescrizioni, adeguatamente motivate, fissate negli elaborati progettuali.

Tabella 77



2. Qualora venga constatato che i requisiti prestazionali indicati in tabella 1, o in progetto se diversi, sono disattesi per difetto, si dovranno assumere le misure da mettere in atto formulate dal Direttore dei Lavori, sentito il Committente.  
Le misure adottate e quelle da adottare costituiscono prestazioni particolari (vedi punti 13.4.2.6 e 13.4.2.15). Nella misura in cui la circostanza é imputabile all'Appaltatore esse sono integralmente a suo carico.

## 16.4 PRESTAZIONI ACCESSORIE, PRESTAZIONI PARTICOLARI

### 16.4.1 Prestazioni accessorie

Prestazioni accessorie, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 13.4.1, sono in particolare:

1. Realizzazione di giunzioni con elementi prefabbricati in calcestruzzo, ad eccezione della impermeabilizzazione dei giunti, qualora la posa degli elementi stessi faccia parte delle prestazioni da fornire da parte dell'Appaltatore.
2. Protezione del calcestruzzo non maturato contro l'azione delle intemperie fino alla sufficiente maturazione, escluse le prestazioni ai sensi del punto 13.4.2.7.
3. Prestazioni occorrenti per documentare la qualità dei materiali, degli elementi costruttivi e del calcestruzzo ai sensi delle norme e disposizioni vigenti.

4. Montaggio, spostamento, manutenzione, smontaggio e messa a disposizione dei ponti di lavoro e di protezione nonché dei ponti di sostegno e delle centinature, nella misura in cui questi siano necessari per l'esecuzione delle proprie prestazioni.
5. Consegna della verifica mediante calcolo delle deformazioni e disegni occorrenti per il corretto utilizzo di opere e mezzi ausiliari, nella misura in cui questi siano necessari per l'esecuzione delle proprie prestazioni.
6. Predisposizione di coperture e protezioni di aperture, da lasciare in sito per l'utilizzo da parte di altre imprese oltre al tempo d'impiego proprio. La cessazione del proprio utilizzo deve essere comunicato senza indugio alla Stazione Appaltante per iscritto.
7. Fornitura e posa degli accessori per l'armatura di opere in calcestruzzo precompresso, quali guaine, testate, accoppiamenti, malta per iniezioni nonché tutti le opere di tensione ed iniezione.

#### 16.4.2 Prestazioni particolari

Prestazioni particolari, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 13.4.2, sono per esempio:

1. Dispositivi per soddisfare esigenze particolari di planarità e di tolleranze dimensionali ai sensi del punto 13.3.1.2.
2. Indagini sui terreni e sull'acqua.
3. Realizzazione di ponti di sostegno e centinature con requisiti prestazionali non ordinari (vedi punto 13.3.4).
4. Utilizzo dei ponteggi da parte di altre imprese oltre il proprio tempo di utilizzo.
5. Modifica dei ponteggi e predisposizione di apparecchi di sollevamento, montacarichi, locali di servizio e deposito e dispositivi simili da utilizzare da parte di altre imprese.
6. Verifiche fisico - tecniche nonché calcoli strutturali con tutti gli elaborati grafici occorrenti.
7. Misure preventive e protettive per l'esecuzione di getti di calcestruzzo a temperatura dell'aria inferiore a +5° C nonché nel caso di temperature maggiori di +30°C per un periodo di 48 ore prima dell'esecuzione dei getti.
8. Realizzazione di cavità, quali aperture, nicchie, scanalature, canali e simili.
9. Realizzazione di modanature.
10. Chiusura di cavità, aperture e simili.
11. Realizzazione di sagomature strutturali, rinforzi in corrispondenza degli appoggi e mensole.
12. Fornitura e posa in opera di inserti, quali appoggi, telai, ancoraggi, elementi di giunzione, tubi, tasselli.
13. Realizzazione di giunti di dilatazione o linee di rottura predefinite nonché impermeabilizzazione dei giunti.

14. Prestazioni per documentare la qualità dei materiali, degli elementi e del calcestruzzo in misura eccedente rispetto a quella prescritta nel punto 13.4.1.3.
15. Misure protettive contro vibrazioni o azioni pregiudizievoli per la qualità del calcestruzzo in genere.
16. Misure per ottenere un particolare tipo di superficie. Realizzazione di superfici di prova ovvero di riferimento.
17. Demolizione delle testate di pali in calcestruzzo fino alla quota voluta, con predisposizione dell'armatura di collegamento.
18. Prestazioni per eliminare i maggiori spessori lungo il collo di pali in calcestruzzo, ad esempio mediante demolizione o fresatura.
19. Misure per la protezione contro gli incendi, l'umidità e le radiazioni ovvero per l'isolamento acustico e termico.
20. Esecuzione di prove e verifiche su opere preesistenti e/o eseguite da altre imprese con elaborazione della documentazione relativa;
21. Elaborazione e consegna dei calcoli di verifica e di disegni esecutivi delle opere in calcestruzzo precompresso.

## 16.5 CONTABILIZZAZIONE

Ad integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia" – punto 1.5, vale quanto segue:

### 16.5.1 Calcestruzzo

#### 16.5.1.1 Generalità

1. Per determinare le prestazioni fornite, indipendentemente se da disegno o da rilievo in sito, vanno presi in considerazione i seguenti criteri:
  - a. per elementi in calcestruzzo le loro dimensioni,
  - b. per manufatti lavorati le loro dimensioni prima della lavorazione,
  - c. per manufatti con superficie di lavorazione o struttura particolare le dimensioni della superficie oggetto di tale lavorazione.
2. Il volume di qualsiasi elemento strutturale in acciaio, teste di pali e palancolate, annegate nei getti, non verrà mai dedotto.
3. Elementi che in sezione presentano una superficie (testata) inclinata o profilata, ad esempio solai rastremati agli appoggi o simili, velette con estradosso inclinato, vengono contabilizzati con la proiezione maggiore.
4. Solai inclinati o curvi vengono contabilizzati per il loro sviluppo effettivo.

5. Tutti i solai e gli elementi a sbalzo vengono contabilizzati per il loro sviluppo effettivo. Non verranno detratti eventuali strati isolanti e simili inseriti nei getti.
6. Qualora elementi in calcestruzzo siano strutturalmente suddivisi mediante giunti predefiniti o in altra maniera, ogni singolo elemento viene contabilizzato per il suo sviluppo effettivo.

7. Intersezioni, incastri

- Intersezioni

Nel caso di intersezioni di muri viene contabilizzato un solo muro passante, in caso di spessori diversi, quello con lo spessore maggiore.

Nel caso di intersezioni di travi ed architravi viene contabilizzata una sola trave, in caso di altezze diverse, quella con altezza maggiore, nel caso di altezze uguali, quella con larghezza maggiore.

- Incastri, compenetrazioni

Nel caso di incastri di muri o pilastri penetranti nei solai, viene considerata come altezza la distanza tra l'estradosso del solaio grezzo basso ovvero della fondazione e l'intradosso del solaio grezzo superiore.

Nel caso di incastri di solai massicci con travi ed architravi, l'altezza di queste ultime è data dalla distanza tra gli intradossi per gli elementi sporgenti verso il basso e gli estradossi per quelli sporgenti verso l'alto.

Nel caso di pilastri che penetrino in travi od architravi, queste ultime vengono misurate senza detrazione qualora siano più larghe dei pilastri; in questo caso i pilastri vengono misurati fino all'intradosso delle travi.

Nel caso di intersezioni di travi ed architravi con muri, questi ultimi vengono contabilizzati senza detrazioni mentre travi ed architravi vengono contabilizzati in luce netta.

8. Nei manufatti contabilizzati a superficie non vengono detratte nicchie, scanalature, canali, fughe o simili.
9. Giunti a nastro elastici o coprifuga in lamiera vengono misurati per la loro lunghezza massima (tagli obliqui, collegamenti a cianfrino); pezzi speciali o collegamenti ed angoli preconfezionati vengono misurati senza alcuna detrazione.
10. Pali in calcestruzzo vengono misurati dalla quota di progetto della testata (per pali gettati in opera vale la quota superiore finita) fino all'intradosso prescritto del piede o della punta.
11. Per il caso di pali gettati in opera non si terrà conto di maggiori quantità di calcestruzzo messe in opera entro il limite del 10% della quantità teorica.

**16.5.1.2 Vengono portate in detrazione:**

**16.5.1.2.1 Nel caso di misurazione a volume ( $m^3$ ):**



Per opere di calcestruzzo in genere verranno portati in detrazione fori (anche dell'altezza del vano), nicchie, cassette, vani e simili con volume maggiore di  $0,50 \text{ m}^3$  ciascuno nonché scanalature, canali, profili e simili con volume maggiore di  $0,10 \text{ m}^3/\text{m}$ .

Intersezioni ed incastri di elementi quali travi isolate, costole di travi a T, pilastri, inserti, elementi prefabbricati, cassonetti per avvolgibili, tubi, con volume maggiore di  $0,5 \text{ m}^3$  ciascuno, qualora gli elementi stessi siano strutturalmente staccati mediante giunti predefiniti o in altra maniera; vengono considerati elementi a sé stanti anche gli elementi composti da singole componenti, come riquadri o architravi per finestre e porte, cornicioni.

**16.5.1.2.2 Nel caso di misurazione a superficie ( $\text{m}^2$ ):**

Fori (anche dell'altezza del vano) ed intersezioni con superficie maggiore di  $2,50 \text{ m}^2$  ciascuna.

**16.5.2 Casseforme**

**16.5.2.1 Generalità**

1. Le casseforme vengono contabilizzate per lo sviluppo effettivo delle superfici a contatto con il calcestruzzo.
2. Le casseforme dei solai vengono misurate tra le luci dei muri o delle travi per tutta la superficie della piastra. La superficie dei bordi in vista viene contabilizzata a parte.

**16.5.3 Acciaio per strutture in calcestruzzo armato**

1. La massa delle armature in acciaio, incluse le sovrapposizioni, viene stabilita in base alle apposite liste delle armature di progetto. La massa delle armature di reti elettrosaldate viene stabilita considerando i sormonti progettualmente previsti.
2. Fa fede la massa teorica calcolata per le sezioni normalizzate con le masse unitarie nominali secondo le tabelle contenute nelle norme ufficiali; per sezioni d'altro tipo valgono le indicazioni di massa delle schede tecniche del produttore.
3. Filo di ferro per legature, tolleranze di trafilatura, sfrido, supporti quali cavallotti e distanziatori d'acciaio nonché rinforzi e barre di montaggio non vengono considerati per la determinazione della massa da inserire in contabilità.

## 17 PROTEZIONE E RIPARAZIONE DELLE STRUTTURE DI CALCESTRUZZO

### 17.1 CAMPO DI APPLICAZIONE

Le presenti DTC "Protezione e riparazione delle strutture di calcestruzzo" si applicano ai lavori di protezione e di riparazione di opere ed elementi di calcestruzzo semplice ed armato nonché all'applicazione di idonei sistemi di protezione superficiale.

Le DTC "Protezione e riparazione delle strutture di calcestruzzo" non si applicano a: realizzazione di elementi armati e non armati di calcestruzzo proiettato (vedi le DTC "Lavori con calcestruzzo proiettato (Spritzbeton)"), realizzazione di elementi di calcestruzzo (vedi le DTC "Opere in calcestruzzo") trattamento superficiale di costruzioni ed elementi di costruzioni (vedi le DTC "Opere da pittore e verniciatore").

A titolo integrativo sono applicabili le DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia" (punti da 1.1 a 1.5). In caso di discordanza prevalgono le prescrizioni specifiche delle presenti DTC.

### 17.2 MATERIALI, ELEMENTI COSTRUTTIVI

Ad integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 2, vale quanto segue.

1. Per i principali materiali ed elementi costruttivi normalizzati vengono citate in particolare le seguenti norme tecniche di riferimento.
  - UNI EN 1504-1 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo – Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità – Parte 1: Definizioni
  - UNI EN 1504-2 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo – Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità – Parte 2: Sistemi di protezione della superficie di calcestruzzo
  - UNI EN 1504-3 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo – Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità – Parte 3: Riparazione strutturale e non strutturale
  - UNI EN 1504-4 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo – Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità – Parte 4: Incollaggio strutturale
  - UNI EN 1504-5 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo – Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità – Parte 5: Iniezione del calcestruzzo

- UNI EN 1504-6 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo – Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità – Parte 6: Ancoraggio dell'armatura di acciaio
  - UNI EN 1504-7 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo – Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità – Parte 7: Protezione contro la corrosione delle armature
  - UNI EN 1504-8 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo – Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità – Parte 8: Controllo di qualità e valutazione della conformità
  - UNI EN 206-1 Calcestruzzo – Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità
  - UNI EN 13501-1 Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione – Parte 1: Classificazione in base ai risultati delle prove di reazione al fuoco
  - UNI 10764 Leganti idraulici microfini – Definizioni e requisiti
2. Materiali usati per il rinforzo strutturale di elementi di calcestruzzo mediante incollaggio di piastre d'acciaio, di lamelle di resine rinforzate con fibre di carbonio CFK e di laminati di lamelle in CFK devono corrispondere ai certificati di accettazione.
  3. I materiali usati per la riparazione di opere in calcestruzzo devono essere resistenti agli alcali.

### 17.3 ESECUZIONE

A completamento di quanto indicato nelle DTC "Regole Generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 3, vale quanto segue:

#### 17.3.1 Generalità

1. Per l'esecuzione valgono le seguenti norme, oltre a quelle citate al punto 14.2.1:
  - UNI EN 1504-9 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo – Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità – Parte 9: Principi generali per l'uso dei prodotti e dei sistemi
  - UNI EN 1504-10 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo – Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità – Parte 10: Applicazione in opera di prodotti e sistemi e controllo di qualità dei lavori
  - UNI EN 1990 Eurocodice – Criteri generali di progettazione strutturale
  - UNI EN 1992-1-2 Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-2 – Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio.
  - UNI EN 1992-2 Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 2: Ponti di calcestruzzo – Progettazione e dettagli costruttivi

- UNI EN 1992-3 Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 3: Strutture di contenimento liquidi
- UNI EN 12696 Protezione catodica dell'acciaio nel calcestruzzo
- UNI EN 13295 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo – Determinazione della resistenza alla carbonatazione
- UNI ENV 13670-1 Esecuzione di strutture di calcestruzzo – Requisiti comuni
- UNI EN 13791 Valutazione della resistenza a compressione in sito nelle strutture e nei componenti prefabbricati di calcestruzzo
- UNI EN ISO 2808 Pitture e vernici – Determinazione dello spessore del film
- UNI EN ISO 4288 Specifiche geometriche dei prodotti (GPS) – Stato della superficie: Metodo del profilo – Regole e procedure per il rilevamento della superficie.
- UNI EN ISO 4628-1÷6 Pitture e vernici – Valutazione del degrado dei rivestimenti – Indicazione della quantità e delle dimensioni dei difetti, e dell'intensità di variazioni di aspetto uniformi – Parte 1 a Parte 6

Modalità riportate nei certificati di accettazione per il rinforzo strutturale di elementi di calcestruzzo mediante incollaggio di piastre d'acciaio, di lamelle in CFK e di laminati di lamelle in CFK.

2. Sono ammesse variazioni dimensionali rispetto a quelle prescritte nei limiti stabiliti dalle seguenti norme:

- UNI 10462 Elementi edilizi. Tolleranze dimensionali. Definizione e classificazione
- DIN 18202 Tolleranze dimensionali nell'edilizia - Costruzioni
- DIN 18203-1 Tolleranze dimensionali nell'edilizia - Parte 1: Elementi prefabbricati di calcestruzzo semplice, armato e precompresso

Qualora vengano richieste caratteristiche di planarità più elevate rispetto alle indicazioni della tabella 3, righe 1 o 5 della norma DIN 18202 ovvero tolleranze dimensionali più ristrette di quelle indicate nelle citate norme, i maggiori oneri per ottenerle sono da considerare oneri particolari (vedi punto 14.4.2.1).

Nel corso delle proprie verifiche l'Appaltatore dovrà formulare le proprie obiezioni, in particolare nei seguenti casi:

- evidente rischio per la stabilità dell'opera,
- evidenti carenze del metodo di conservazione e riparazione,
- scostamenti, per tipo ed entità dei danni, dalle indicazioni progettuali,
- condizione del supporto di calcestruzzo non conforme alle indicazioni progettuali,
- procedure di preparazione del supporto indicate non idonee,
- condizioni climatiche non idonee,

– condizioni ambientali, ad esempio temperatura, agenti chimici ed azioni meccaniche, non idonee.

### 17.3.2 Preparazione del supporto di calcestruzzo

1. La resistenza a trazione superficiale per calcestruzzi della classe di resistenza C 20/25 o maggiori dovrebbe risultare pari ad almeno 1,5 N/mm<sup>2</sup> dopo sabbiatura con pallini di superfici orizzontali o con inclinazione fino a 15% ovvero dopo sabbiatura ad umido di superfici con inclinazione maggiore. Non sono ammesse resistenze nominali inferiori a 1,1 N/mm<sup>2</sup>.  
Parti con insufficiente resistenza o deteriorate sulle superfici di calcestruzzo nonché materie che possono causare distacchi devono essere rimossi mediante getti o sabbiatura. Qualora con tali trattamenti non vengano raggiunti i valori indicati ovvero la profondità di irruvidimento richiesta, dovranno essere concordate misure specifiche che costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 4.2.1).
2. Le dimensioni e la forma del supporto non potranno essere modificate durante i lavori di preparazione se non nei limiti congrui con il procedimento adottato. Il supporto preparato deve essere protetto contro intemperie, polvere e materie incoerenti e deve essere ripulito prima dell'applicazione dello strato successivo.

### 17.3.3 Trattamento dell'acciaio nel calcestruzzo

3. Armature esposte o messe a nudo devono essere ripulite dalla ruggine con procedure adeguate al metodo adottato. Dovranno essere impiegate unicamente procedure meccaniche. Dovranno essere tenute presenti, per quanto applicabili, le prescrizioni della norma UNI EN ISO 12944-4 „Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura – Parte 4 - Tipi di superficie e loro preparazione“. Il grado di preparazione delle armature viene definito in funzione del metodo di riparazione adottato. Nelle zone ammalorate, le barre devono essere messe a nudo su una lunghezza di almeno 20 mm nel tratto non affetto da corrosione. I fianchi delle cavità ricavate nel calcestruzzo devono essere rifiniti con un'inclinazione tra 30° e 60°.  
Dovranno essere rimosse tutte quelle parti di calcestruzzo fessurate o sconnesse a seguito dell'ossidazione delle armature. Il calcestruzzo dovrà essere rimosso in maniera tale che sia possibile mettere in opera il calcestruzzo o la malta per riparazioni senza la formazione di vuoti. Armature esposte devono essere bloccate saldamente contro spostamenti o deformazioni.
4. Superfici di calcestruzzo devono essere ripulite da ossidi fino all'ottenimento del grado di preparazione Sa 2 ½ secondo UNI EN ISO 12944-4.  
Acciaio per armature deve essere protetto contro la corrosione mediante boiacca di cemento arricchita con resine sintetiche.

#### 17.3.4 Riparazione del calcestruzzo

1. Come promotori di adesione, qualora necessari per la procedura applicata, devono essere applicati prodotti cementizi arricchiti con polimeri.
2. Scagliature di calcestruzzo, irregolarità e difetti di planarità maggiori di 2 mm devono essere riparati con malta cementizia arricchita con polimeri. Pori e bolle devono essere colmati con malta a base di resine polimeriche PCC applicata con spatola dentata. Qualora sia richiesta una rasatura completa per l'eliminazione di difetti di planarità fino a 2 mm, si dovranno applicare malte a base di resine polimeriche PCC.
3. Per rivestimenti di protezione superficiale di superfici di calcestruzzo non transitabili a piedi o con veicoli sono ammessi anche prodotti con ridotta attitudine di copertura di fessure. Per rivestimenti di protezione superficiale di superfici di calcestruzzo transitabili a piedi o con veicoli devono essere impiegati materiali con elevata attitudine di copertura di fessure anche sotto azioni dinamiche.
4. Il rivestimento di copertura deve essere di tinta grigio chiaro.

#### 17.3.5 Riempimento di fessure e cavità

1. Qualora fessure vengono chiuse mediante impregnatura, esse devono essere chiuse con idonee resine epossidiche a consistenza fluida fino ad una profondità pari a 5 mm ovvero a 15 volte la loro larghezza. Fa fede il valore maggiore. Mediante impregnatura potranno essere chiuse esclusivamente fessure in superfici pressochè orizzontali larghe almeno 0,2 mm.
2. Per il collegamento di fianchi di fessure con limitata facoltà di deformazione dovrà essere iniettata idonea resina poliuretanica con una deformabilità pari a 5 %. La larghezza minima delle fessure dovrà essere pari a 0,3 mm e dovrà essere ottenuto un grado di riempimento di almeno 80 %.
3. Chiusure di fessure in grado di trasmettere sforzi meccanici dovranno essere eseguite con idonee resine epossidiche a consistenza superfluida per iniezioni. La larghezza minima delle fessure dovrà essere pari a 0,1 mm e dovrà essere ottenuto un grado di riempimento di almeno 80 %. I fianchi delle fessure dovranno essere asciutti e privi di impurità pregiudizievoli per l'adesione.
4. Fessure esposte ad acqua non in pressione dovranno essere impermeabilizzati qualora la loro larghezza superi 0,3 mm con idonee resine poliuretaniche. Fessure esposte ad acqua in pressione dovranno essere preventivamente iniettate con idoneo poliuretano espanso.
5. Cavità passanti nel calcestruzzo dovranno essere riempite con idonee sospensioni di cemento con un grado di riempimento di almeno 80 %.

### 17.3.6 Impermeabilizzazione di giunti con nastri elastici per giunti

1. Quando la larghezza di giunti di pareti esterne lo richiede, essi devono essere impermeabilizzati con nastri elastici per giunti. Il contatto con l'aria deve essere garantito. Qualora la resistenza alla trazione superficiale sulla superficie di applicazione fosse inferiore a  $1,5 \text{ N/mm}^2$ , si dovranno applicare misure adeguate, ad esempio impiego di un nastro di larghezza maggiore (vedi punto 14.4.2.1)
2. Per giunti a contatto con il terreno, l'impermeabilizzazione deve essere eseguita secondo le indicazioni della DTC "Impermeabilizzazioni".

## 17.4 PRESTAZIONI ACCESSORIE, PRESTAZIONI PARTICOLARI

### 17.4.1 Prestazioni accessorie

Prestazioni accessorie, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.4.1, sono in particolare:

1. Riconoscimento dello stato di strade, del terreno, di aree a verde, dei collettori e simili.
2. Montaggio e smontaggio, nonché messa a disposizione dei ponteggi i cui piani di lavoro si trovino ad altezza non superiore a 2 m sopra il terreno o il pavimento.
3. Predisposizione di superfici campione del rivestimento di finitura nella misura del 2 % della superficie da rivestire, fino ad un massimo di 3 superfici campione con superficie singola massima di  $1,5 \text{ m}^2$ .
4. Predisposizione ed eliminazione del bloccaggio delle fessure per le operazioni di iniezione.
5. Sorveglianza dei lavori da parte di personale appositamente formato dell'Appaltatore.

### 17.4.2 Prestazioni particolari

Prestazioni particolari, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.4.2, sono per esempio:

1. Misure secondo i punti 14.3.1.2, 14.3.2.1 e 14.3.6.1.
2. Misure particolari per la protezione della vegetazione.
3. Misure particolari per la protezione di parti delle costruzioni e degli impianti nonché di arredi in genere, ad esempio mascheratura di serramenti, pavimentazioni, rivestimenti, scale, elementi di legno, coperture, elementi finiti, protezione dalla polvere di dispositivi ed apparecchi tecnici delicati, diaframmi contro la polvere, tettoie o coperture d'emergenza, stesa di lastre o teli di protezione; inoltre la predisposizione di impianti di aspirazione, attrezzature di riscaldamento, ripari chiusi, impianti di filtraggio, ringhiere di protezione, deviazione di acque.

4. Messa a disposizione di locali di soggiorno e di deposito, qualora il committente non metta a disposizione dei locali che si possano facilmente rendere chiudibili a chiave.
5. Montaggio e smontaggio nonché messa a disposizione dei ponteggi i cui piani di lavoro si trovino ad una quota più alta di 2 m sopra il piano campagna o il pavimento.
6. Misure preventive e protettive per l'esecuzione dei lavori in condizioni climatiche non idonee, qualora il Committente richieda la continuazione dei lavori.
7. Prove su acqua e su terreni, analisi chimiche.
8. Misure particolari per il rilievo della condizione dei canali collettori, ad esempio mediante ispezione con telecamera.
9. Prestazioni particolari per le verifiche di qualità dei materiali e degli elementi nonché per la sorveglianza degli interventi di carattere strutturale da parte di organismi abilitati.
10. Predisposizione della documentazione sulla condizione di degrado.
11. Pulizia del supporto da impurità grossolane, come residui di gesso, residui di malta, olio, residui di vernici, qualora esse siano imputabili ad altre imprese.
12. Eliminazione e smaltimento di materiali compositi provenienti dalla lavorazione e residui imputabili al Committente, ad esempio durante lavori di sabbiatura.
13. Eliminazione di corpi estranei pregiudizievoli dal calcestruzzo, ad esempio legature di fil di ferro, chiodi, pezzi di materiale plastico o di legno.
14. Misure particolari per l'essiccamento di manufatti o per la riduzione dell'umidità dell'ambiente, ad esempio mediante riscaldamento.
15. Misure aggiuntive per la preparazione del supporto, ad esempio mediante sgrossatura con fresa di strati di calcestruzzo di consistenza insufficiente, eliminazione di verniciature, rivestimenti ed impregnature nonché riparazione di spigoli e riporti su superfici di calcestruzzo lavato.
16. Realizzazione di giunti ed impermeabilizzazione di giunti.
17. Realizzazione di scanalature per ammorsature, spigoli e gocciolatoi.
18. Bagnatura di fessure asciutte per la formazione della struttura porosa delle resine poliuretaniche.
19. Misure di protezione particolari contro azioni pregiudizievoli, ad esempio azioni chimiche, vibrazioni indotte.
20. Sorveglianza da parte di un organismo accreditato, qualora essa sia richiesta dal Committente.

## 17.5 CONTABILIZZAZIONE

Ad integrazione di quanto indicato nelle "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.5, vale quanto segue:



#### 17.5.1 Generalità

1. Nel caso di pilastri che penetrino in travi od architravi, queste ultime vengono misurate senza detrazione qualora siano più larghe dei pilastri. In questo caso i pilastri vengono misurati fino all'intradosso delle travi.
2. Qualora gli spessori di sgrossature, cavità e riporti abbiano andamento irregolare, la profondità maggiore sarà determinata considerando i profili rilevati prima e dopo la lavorazione.
3. Le fiancate di scale vengono contabilizzate in base alla larghezza maggiore.
4. Riparazioni di spigoli vengono compensati a parte per il loro sviluppo.
5. L'apertura di cavità ed il ripristino di superfici con profondità non costante verranno compensati considerando la dimensione maggiore.
6. Prestazioni eseguite su superfici singole non rettangolari saranno compensate in base al minimo rettangolo circoscritto della superficie lavorata.

#### 17.5.2 Armature d'acciaio

1. La preparazione e la protezione contro la corrosione delle armature d'acciaio sono da compensare a parte. Non verranno operate detrazioni in corrispondenza di intersezioni.
2. Fornitura, taglio, sagomatura e montaggio di armature d'acciaio saranno compensati a parte. Farà fede la massa teorica, calcolata per le sezioni normalizzate in base alle masse unitarie indicate nelle norme e per sezioni d'altro tipo in base alle indicazioni di massa delle schede tecniche dei produttori.
3. Filo di ferro per legature, tolleranze di trafilatura e sfrido non vengono considerati per la determinazione della massa da inserire in contabilità.

#### 17.5.3 Impermeabilizzazione di giunti

Nastri e profilati per giunti saranno contabilizzati in base alla lunghezza maggiore, ad esempio in corrispondenza di tagli obliqui o a bisello.

#### 17.5.4 Riempimento di fessure e di cavità

1. Si terrà conto del maggiore o minore consumo di materiali di riempimento.
2. In corrispondenza di fessure impermeabilizzate, l'adattamento della superficie alla struttura esistente dovrà essere compensata a parte in base alla lunghezza delle fessure.
3. Per la contabilizzazione di tamponamenti di fessure per le iniezioni da valutare a superficie sarà considerato il minimo rettangolo circoscritto.



#### **17.5.5 Vengono portate in detrazione:**

##### **17.5.5.1 Per opere da contabilizzare a superficie (m<sup>2</sup>):**

1. Cavità e vuoti, ad esempio aperture, nicchie, con superficie singola maggiore di 2.5 m<sup>2</sup>.

#### **17.6 SPECIFICHE DI PROGETTO**

##### **17.6.1 Membrana bugnata di protezione**

Membrana bugnata di protezione per strutture interrato, sia verticali che orizzontali, costituita da membrana bugnata con profilo a rilievi troncoconici o simili in polietilene estruso ad alta densità (HDPE). Fornita e posta in opera.

In particolare, la membrana dovrà essere in possesso delle seguenti caratteristiche tecniche debitamente documentate dall'Appaltatore ed accettate dalla D.L.: Massa areica: non inferiore a 400 gr/mq. Dimensioni: 1-1.5-2-2.5-3-3.5-4 x 20 m. Spessore materiale: non inferiore a 0.5 mm +/- 5%. Altezza bugna: 8 mm. Numero bugne per mq: 1860 circa. Volume d'aria fra bugne: circa 5,5 l/mq. Capacità di drenaggio: 4,6 l/s\*m. Classe di combustione (DM 15/03/05): F. Stabilità termica: da -40°C a + 80°C. Resistenza alla compressione: non inferiore a 300 kN/mq (30 t/mq).

Proprietà chimiche: resistente agli acidi contenuti nell'humus, agli acidi inorganici, all'acqua.

Proprietà biologiche: resistente ai funghi e ai batteri, imputrescibile, resistente alle radici. Proprietà fisiologiche: nessuna controindicazione per l'acqua potabile. La posa in opera sarà eseguita mediante fissaggio meccanico dell'estremità superiore a giunti sovrapposti di circa 10 cm mediante semplice pressione, dovranno inoltre essere seguite puntualmente le direttive generali della Ditta produttrice.

Marcatura CE per i prodotti da costruzione prevista dalla Direttiva 89/106/CEE recepita dal DPR 21.04.93, n. 246 e quanto altro necessario per dare l'opera finita.

## 18 STRUTTURE PREFABBRICATE IN C.A.P.

---

### 18.1 GENERALITÀ

I solai di partizione orizzontale e quelli di copertura dovranno essere previsti per sopportare, a seconda della destinazione prevista per i locali relativi, i carichi comprensivi degli effetti dinamici ordinari, previsti in progetto.

Il solaio di copertura per il Blocco Nord, sarà realizzato con l'ausilio di travi prefabbricate in c.a.p. con sezione a "TT" rovescia, mentre per il Blocco Sud sarà del tipo alveolare anch'esso in c.a.p. Le lastre alveolari di larghezza 80-120 cm con luce compresa tra i 5 e 11 m avranno una altezza di 32 cm più cappa collaborante di 8 cm e saranno armati a taglio; mentre le travi avranno una altezza di cm 60 + 8 cm di cappa collaborante.

Le strutture portanti prefabbricate dovranno essere fornite e rese in opera montate in ogni sua parte, completate con i getti in opera previsti dal progetto e/o dalle presenti prescrizioni, con la formazione degli appoggi in gomma armata, delle sigillature e di tutti gli inserti necessari. Sarà facoltà del Direttore dei Lavori effettuare controlli in stabilimento durante le fasi di produzione esame e di richiedere l'esecuzione di prove di carico in corso d'opera. Il Direttore dei lavori pertanto avrà diritto di accesso in ogni momento allo stabilimento di prefabbricazione ed alle aree di stoccaggio, allo scopo di controllare e verificare le operazioni che vi vengono compiute.

La fornitura di tutti gli elementi prefabbricati dovrà essere accompagnata dai disegni costruttivi redatti dal prefabbricatore corredati delle sequenze di montaggio e dei certificati relativi ai materiali impiegati.

I singoli elementi prefabbricati, collegati tra loro e con eventuali parti di costruzione realizzate in opera mediante unioni, realizzano l'insieme strutturale nel suo complesso. Dalla costruzione dei singoli elementi fino alla fase di esercizio del fabbricato si possono convenzionalmente distinguere le seguenti fasi:

- costruzione in stabilimento dei singoli elementi,
- stoccaggio,
- trasporto,
- montaggio, cioè posa e regolazione degli elementi in opera,
- realizzazione di eventuali vincoli provvisori,
- realizzazione delle unioni,
- funzionamento definitivo (fase di esercizio).

Oltre alla prescrizione di cui ai punti precedenti relative alle modalità di confezionamento e getto delle strutture in cav o cap, si riportano nel seguito alcune altre ulteriori indicazioni più specifiche inerenti le strutture prefabbricate utilizzate.



## 18.2 COSTRUZIONE DEGLI ELEMENTI

Gli elementi prefabbricati, realizzati secondo il programma di prefabbricazione fornito al Committente, dovranno essere realizzati in ambienti al coperto al riparo dagli agenti atmosferici, nel rispetto della normativa vigente ed in particolare dell'art. 9 della legge 1086.

I sistemi di vibrazione e di eventuale maturazione forzata dovranno essere descritti ed illustrati alla Direzione Lavori prima del confezionamento degli elementi.

I singoli elementi verranno forniti completi di tutti gli inserti previsti in modo che non siano necessarie modifiche o ritocchi in cantiere.

Alcuni piccoli interventi di rifinitura volti essenzialmente a correggere l'aspetto risultante dell'elemento prefabbricato, potranno essere eseguiti subito dopo la fase di disarmo: non sono però consentiti interventi di ripristino di guasti o difetti che possano incidere sulla resistenza e sulla durabilità del manufatto.

Per elementi precompressi, le testate destinate a rimanere permanentemente esposte, dovranno essere adeguatamente protette dalle azioni aggressive (ciò vale anche per le estremità dei trefoli degli elementi precompressi a fili aderenti).

## 18.3 STOCCAGGIO

La permanenza in stoccaggio dovrà avere durata tale da rendere il manufatto idoneo all'impiego. Per ogni ricetta di calcestruzzo e relativo ciclo tecnologico verrà quindi definito un diagramma tempi/resistenza.

I manufatti andranno depositati di preferenza in situazione isostatica evitando la possibilità del verificarsi di sollecitazioni parassite dovute a flessioni da peso proprio o da maturazione e ritiro differenziale ed in particolari modo tutte le azioni che possano dar luogo a deformazioni permanenti. I sostegni dovranno garantire la stabilità degli elementi senza ricorrere a mutuo contrasto tra gli stessi e dovranno pure essere tenute sotto controllo le condizioni termoigrometriche ambientali.

I manufatti dovranno essere contrassegnati in modo stabile e duraturo, per lo meno fino al momento dell'eventuale getto di completamento, con la sigla di progetto, la data di fabbricazione ed il peso (quest'ultimo se al di sopra di 8 kN).

## 18.4 TRASPORTO

L'elemento dovrà posare sul mezzo di trasporto secondo gli schemi statici previsti, tenendo conto delle variazioni geometriche che il mezzo può subire durante la marcia.



Dovranno essere prese in considerazione le forze dovute oltre che al peso proprio anche alle azioni dinamiche di varia natura (es. vibrazioni di marcia, forze inerziali di armatura e di curvatura, ecc.) integrando, se necessario, i prefabbricati con elementi provvisori di irrigidimento.

### 18.5 MONTAGGIO

L'appaltatore, ad ogni effetto di legge ed in forma esclusiva, ha la piena incondizionata responsabilità del montaggio della struttura.

Le squadre di montatori saranno formate da personale addestrato e qualificato.

Nel rispetto delle vigenti norme antinfortunistiche, per le quali si rimanda ai piani di sicurezza, i mezzi di sollevamento dovranno essere proporzionati per la massima prestazione prevista nel programma di montaggio; inoltre nella fase di appoggio dell'elemento prefabbricato dovranno avere possibilità di regolazione della velocità di posa in modo che, tenute presenti le caratteristiche del piano di appoggio e quelle dell'elemento prefabbricato stesso, possano venire considerate trascurabili le forze dinamiche di urto.

L'insieme apparecchio di sollevamento, tirante, apparecchio di sospensione, dovrà essere studiato e predisposto per ottenere in ogni fase il rispetto dell'ottenimento degli schemi progettuali previsti.

Gli elementi verranno posizionati secondo quanto indicato nel progetto costruttivo redatto dall'impresa ed in conformità al piano di montaggio fornito all'approvazione della Direzione Lavori e del Committente.

Eventuali sedi e riscontri di posizionamento dovranno essere posizionati per reggere con sicurezza a senza deformazioni le vicissitudini inerenti alla posa ed alla successiva registrazione.

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.

Il singolo elemento potrà essere svincolato dall'apparecchiatura di posa solo dopo che ne sia stata assicurata la sua stabilità autonoma di fronte alle azioni dovute al suo peso proprio, al vento, ad urti accidentali, a successive operazioni di montaggio, alle azioni orizzontali convenzionali.

L'attrezzatura impiegata sarà tale da consentire, in condizioni di sicurezza, operazioni di registrazione (piccoli spostamenti secondo le tre coordinate, piccole rotazioni, ecc.), il rispetto delle tolleranze di posizionamento prescritte e, dopo il fissaggio definitivo, le operazioni di recupero della attrezzatura stessa, senza provocare danni agli elementi prefabbricati.



### 18.6 VINCOLI PROVVISORI

Per la corretta esecuzione delle unioni ed il prosieguo dei lavori, è indispensabile che gli elementi prefabbricati, una volta posati e regolati, restino in tale posizione senza subire alcun ulteriore spostamento.

Per questo scopo si potranno usare dispositivi provvisori di vincolo aventi lo scopo di assorbire le azioni di natura aleatoria che possono destarsi in questa fase. Tali apparecchiature, ove non sfruttate in fase definitiva, dovranno poter essere smontate per non alterare il comportamento dell'insieme in esercizio.

### 18.7 UNIONI

La realizzazione delle unioni dovrà rispettare fedelmente il progetto, che dovrà a sua volta dettagliarne le modalità di esecuzione.

Nelle unioni effettuate con getto di sutura si porrà particolare attenzione alla qualità del calcestruzzo (problemi legati a piccoli volumi di getto, scelta di opportuni additivi, ecc.) ed ai relativi tempi di maturazione.

Le unioni effettuate con saldatura potranno essere effettuate solo da saldatori qualificati.

Tutti gli elementi metallici non ricoperti da getti di calcestruzzo di adeguato spessore dovranno venire opportunamente protetti contro la corrosione anche se situati in ambienti interni al riparo da agenti atmosferici.

### 18.8 FINITURE SUPERFICIALI

Tutte le superfici dei getti dovranno risultare lisce e prive di risalti, rotture di spigoli e soffiature. Il colore deve essere il più possibile uniforme e privo di macchie e/o efflorescenze, in particolare dovute al disarmante impiegato o ad irregolare essiccamento.

Per gli elementi prefabbricati è consentito in stabilimento solo un normale "ripasso", intendendosi con ciò la serie di operazioni attive che seguono immediatamente la sformatura e che consistono principalmente nel rifinire, completamente o correggere l'aspetto risultante dell'elemento prefabbricato. Qualora sia previsto, in questa fase, un lavaggio con acqua, occorre evitare che si determinino fessurazioni da choc termico. Non sono ammessi interventi di ripristino di guasti o difetti che possano influire sulla resistenza o sulla durabilità del manufatto.

Si dovrà in ogni modo evitare di avere elementi metallici non previsti sporgenti od anche solo affioranti dai getti. Nel caso, nonostante le precauzioni prese, ciò comunque si verificasse, tali elementi dovranno essere tagliati alla profondità di almeno 1 cm sotto la superficie finita ed il foro risultante dovrà essere accuratamente sigillato con malta di cemento di colore il più possibile simile



a quello del calcestruzzo circostante. In ogni caso, qualora si riscontrassero nelle strutture favi, sbrecciature, macchie, affioramenti di barre di armature, coloriture dovute a disarmanti od a ruggine, l'appaltatore, a giudizio insindacabile della D.L. sarà tenuto a porre rimedio a sue spese agli inconvenienti rilevati secondo le modalità da concordarsi con la D.L. stessa, escludendo tutti quegli interventi che possano incidere sulla resistenza o sulla durabilità del manufatto in questione.

### **18.9 MATERIALI PER APPOGGI**

Non sono ammessi contatti diretti tra superfici di calcestruzzo di getti prefabbricati e/o svolti in tempi diversi, neppure per elementi di scarsa rilevanza statica. Si dovrà quindi prevedere anche per le strutture secondarie (ad es. alveolari) l'interposizione di materiali o apparecchiature opportunamente dimensionate secondo gli usuali criteri di verifica.

L'Impresa dovrà presentare un certificato del fornitore da cui ne risultino con chiarezza le caratteristiche di deformabilità e di resistenza statica, chimica e all'invecchiamento.

Nel caso si preveda l'impiego di neoprene, durezza Shore, modulo G e caratteristiche dell'armatura metallica devono essere definiti con chiarezza.

### **18.10 USO E MANUTENZIONE**

Il produttore dei prefabbricati dovrà fornire al committente gli elaborati firmati dal progettista, contenenti le istruzioni per il corretto impiego dei singoli elementi, esplicitando:

destinazione del prodotto, requisiti fisici rilevanti in relazione alla destinazione, prestazioni statiche per manufatti di tipo strutturale, modalità di trasporto e di montaggio, prescrizione per le operazioni di manutenzione, tolleranze dimensionali, estratto del registro di produzione di cui al punto 5.2.1 del DM 03/12/87.

Inoltre nella documentazione il progettista deve indicare: le caratteristiche meccaniche delle sezioni, i valori delle coazioni impresse, i momenti di servizio, gli sforzi di taglio massimi, i valori dei carichi di esercizio, il tipo di materiale protettivo usato contro la corrosione delle parti metalliche; le prescrizioni relative ai mezzi di trasporto, le modalità di sollevamento, la possibilità di impiego in ambiente aggressivo e gli eventuali cambiamenti che ne conseguono; le resistenze termiche dei pannelli di chiusura, le caratteristiche degli altri materiali presenti nel manufatto; le eventuali necessità di applicare sulle superfici intonaco o rivestimento di protezione.

## 19 LAVORI DI DEMOLIZIONE E RIDUZIONE

---

### 19.1 CAMPO DI APPLICAZIONE

1. Le presenti DTC "Lavori di demolizione e di riduzione" si applicano alla demolizione parziale o totale alla riduzione di costruzioni o di impianti tecnici. Esse si applicano anche al trasporto, al deposito ed al caricamento degli impianti demoliti o ridotti ovvero dei materiali ed agli elementi risultanti da tali lavori.
2. Le presenti DTC non si applicano a:
  - lavori in terra (vedi DTC „Lavori in terra“) nonché
  - estirpazione di piante (vedi DTC „Opere di costruzione del paesaggio“).
3. A titolo integrativo sono applicabili le DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punti da 1.1 a 1.5. In caso di discordanza prevalgono le prescrizioni specifiche delle presenti DTC.

### 19.2 MATERIALI, ELEMENTI COSTRUTTIVI

Ad integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 2, vale quanto segue:

1. I materiali e gli elementi di risulta dai lavori di demolizione e di riduzione non diventano proprietà dell'Appaltatore.
2. Per la classificazione dei materiali di risulta si applica l'elenco armonizzato dei rifiuti secondo il „Catalogo Europeo dei Rifiuti" (CER), ripreso nella Legge Provinciale N. 4 del 26/05/2006 sulla gestione dei rifiuti e la tutela del suolo.

### 19.3 ESECUZIONE

Ad integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 3, vale quanto segue:

#### 19.3.1 Generalità

L'Appaltatore dovrà predisporre il piano operativo di sicurezza con il programma delle demolizioni, da cui risulti la successione dei lavori, secondo articolo 151 del Decreto Legislativo 81/2008.

1. Per l'esecuzione vengono citate in particolare le seguenti norme tecniche di riferimento:
  - UNI EN 1997-1 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali



- UNI EN 1997-2 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo
  - D.M. 17 gennaio 2018 Decreto del Ministero delle Infrastrutture „Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni"
  - D.M. Infrastrutture e trasporti 31 Luglio 2012 Approvazione delle Appendici nazionali recanti i parametri tecnici per l'applicazione degli Eurocodici
  - DIN 4123 Scavi di fosse, fondazioni e sottomurazioni in prossimità di costruzioni esistenti
  - UNI 9513 Vibrazioni e urti. Vocabolario.
  - UNI 9614 Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo.
  - UNI 9916 Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici
  - DIN 18007 Lavori di demolizione - Definizioni, procedimenti, campi d'applicazione
  - DIN 18920 Tecnica agraria nella sistemazione paesaggistica – Protezione di alberi, piantagioni ed aree a verde durante i lavori di costruzione
2. Nel corso delle proprie verifiche l'Appaltatore dovrà formulare con tempestività le proprie obiezioni, in particolare nei seguenti casi:
- divergenze tra stato di fatto ed indicazioni progettuali,
  - insufficiente portanza del terreno o del supporto.
3. Spetta all'Appaltatore la scelta delle procedure operative, dello svolgimento dei lavori nonché del tipo e dell'impiego dei mezzi d'opera. Egli dovrà comunque comunicare per iscritto al Committente la procedura operativa scelta e lo svolgimento dei lavori previsto.
4. Costruzioni soggette a danneggiamento devono essere protette; sono da applicare le seguenti norme. Per i provvedimenti di protezione e di salvaguardia per costruzioni, condotte, cavi, drenaggi e canali devono essere rispettate le prescrizioni dei proprietari o di altri aventi diritto. Le misure da adottare costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 15.4.2.1).
- UNI EN 206-1 Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità
  - UNI EN 1997-1 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali
  - UNI EN 1997-2 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo
  - DIN 4123 Scavi di fosse, fondazioni e sottomurazioni in prossimità di costruzioni esistenti
5. Qualora la posizione di condotte, cavi, drenaggi, canali, capisaldi, ostacoli o di altre costruzioni esistenti non può essere indicata con certezza prima dell'esecuzione dei lavori, essa va individuata in tempo utile. Tale ricerca costituisce prestazione particolare (vedi punto 15.4.2.1).
6. Qualora vengano rinvenuti ostacoli imprevisti, come condotte, cavi, drenaggi, canali, capisaldi, ostacoli o altre costruzioni esistenti non indicati, il Committente ne dovrà essere

tempestivamente informato. Le misure da adottare costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 15.4.2.1).

7. Gli alberi, le piantagioni e le aree a verde soggetti a danneggiamento devono essere protetti secondo le indicazioni della citata norma DIN 18920, fatte salve disposizioni diverse emanate dall'autorità competente. Tali misure protettive costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 15.4.2.1).

### **19.3.2 Preparazione dell'area di cantiere**

1. Cippi e capisaldi geodetici potranno venire rimossi unicamente con l'espresso accordo del Committente. L'Appaltatore dovrà prendere tutte le misure perché i capisaldi predisposti dal Committente per l'esecuzione dei lavori siano perfettamente ricostruibili.
2. La vegetazione esistente non potrà essere rimossa in misura eccedente a quella concordata, se non col consenso del committente.

### **19.3.3 Esecuzione**

1. I lavori devono essere eseguiti secondo le procedure descritte al punto 3.1.3. Crolli non controllati devono essere evitati con assoluta sicurezza. Per quanto necessario la stabilità delle opere deve essere verificata per ogni fase di lavoro.
2. L'appaltatore dovrà informare tempestivamente il committente di ogni imprevisto, per es. venute d'acqua, riflusso del terreno, efflusso di strati, danneggiamenti di costruzioni. In caso di pericolo imminente l'Appaltatore dovrà mettere in atto immediatamente tutte le misure di protezione occorrenti. Le ulteriori misure devono essere definite di comune accordo. Le misure messe in atto e quelle successive da intraprendere costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 15.4.2.1), nella misura in cui esse non siano da addebitare all'Appaltatore.
3. Qualora durante i lavori si riscontrano divergenze tra lo stato di fatto e le indicazioni di progetto, ad esempio con riguardo ai materiali, alle strutture, alle condizioni operative, ai sistemi statici, il Committente ne dovrà essere immediatamente informato. In caso di pericolo imminente l'Appaltatore dovrà mettere in atto immediatamente tutte le misure di protezione occorrenti. Le ulteriori misure devono essere definite di comune accordo. Le misure messe in atto e quelle successive da intraprendere costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 15.4.2.1).
4. L'acqua di risulta dai lavori di taglio mediante sega deve essere raccolta e smaltita. In corrispondenza degli angoli rientranti, i tagli eseguiti mediante sega in manufatti di materiali minerali potranno intaccare il manufatto stesso su una profondità corrispondente al suo spessore.

5. Tutti i materiali ed elementi di risulta dai lavori dovranno essere separati, conservati, raccolti e depositati distintamente secondo le prescrizioni sulla gestione dei rifiuti e quelle del Committente.

#### 19.3.4 Trasporto e caricamento

1. Il carico, la ripresa ed il trasporto dei materiali e degli elementi di risulta dai lavori
  - su una distanza orizzontale di 50 m all'esterno degli edifici ovvero di 20 m all'interno di essi,
  - su una distanza verticale fino a 5 m o di 10 m in caso di impiego di scivoli o canali per macerie, nonché il deposito ed il carico diretto fanno parte delle prestazioni da fornire.
2. La scelta dei percorsi di trasporto spetta all'Appaltatore. Egli dovrà comunque scegliere il percorso più breve e proporlo per approvazione al Direttore dei lavori.

#### 19.3.5 Scostamenti ammissibili

1. Qualora la procedura di lavoro non sia prescritta, sono ammessi i seguenti scostamenti dalle misure nominali:
  - per l'apertura di passaggi o fori: + 10 cm;
  - per l'apertura di scanalature: + 10 cm in larghezza e + 5 cm per la profondità;
  - per la demolizione di elementi facenti parte di costruzioni: + 10 cm.Scagliature sulle opere rimaste in sito dovute al tipo ed alla struttura del materiale sono ammesse entro una distanza di 1 m dal limite della demolizione.
2. Per carotaggi predefiniti nelle dimensioni sono ammesse deviazioni massime dall'asse del foro fino a 5 mm per ogni 10 cm di profondità del foro.
3. Per tagli predefiniti, eseguiti mediante sega su elementi la cui planarità é conforme alle tolleranze definite nelle norme di seguito citate, sono ammessi i seguenti scostamenti delle misure nominali:
  - per tagli eseguiti mediante sega troncatrice su superfici piane:
    - sulla lunghezza del taglio: al massimo 3 cm rispetto al punto di estremità,
    - sulla profondità di taglio: al massimo 2 cm su ogni 30 cm,
    - dall'allineamento di taglio: 1,2 cm per lunghezze di taglio fino a 3 m, 1,6 cm per lunghezze di taglio oltre a 3 m.
  - per tagli eseguiti mediante tagliamuri su superfici piane:
    - sulla lunghezza del taglio: al massimo 1 cm rispetto al punto di estremità,
    - sulla profondità di taglio: al massimo 2 cm su ogni 30 cm,
    - dall'allineamento di taglio: 1,2 cm.
  - per tagli eseguiti mediante cavo o filo diamantato:
    - sulla lunghezza del taglio: al massimo 1 cm rispetto al punto di estremità,

- dall'allineamento di taglio: 3 cm.

Dalle seguenti norme risultano le indicazioni sulla planarità ammissibile degli elementi:

UNI 10462 Elementi edilizi. Tolleranze dimensionali. Definizione e classificazione

DIN 18202, Tabella 3, riga 1 Tolleranze dimensionali nell'edilizia - Costruzioni

4. Rivestimenti e massetti galleggianti devono essere rimossi completamente, masse composite entro le seguenti tolleranze: nello spessore 5 mm, lungo i bordi 2 cm.

## 19.4 PRESTAZIONI ACCESSORIE, PRESTAZIONI PARTICOLARI

### 19.4.1 Prestazioni accessorie

Prestazioni accessorie, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 15.4.1, sono in particolare:

1. Ricognizione dello stato di strade, del terreno, di aree a verde, dei collettori e simili.
2. Limitazione dell'emissione di polvere mediante abbattimento con getti d'acqua, nella misura massima dell'impiego di un flessibile di tipo C per ogni luogo di emissione di polvere.
3. Montaggio e smontaggio nonché messa a disposizione di ponteggi con piani di lavoro ad una altezza non maggiore di 2 m sopra il terreno o il pavimento.
4. Rimozione di arbusti con altezza fino a 2 m ed alberi isolati con diametro non superiore a 0,1 m, misurato a 1 m di altezza dal suolo, con estirpazione dei ceppi e delle radici. Per le alberature a più fusti, come diametro sarà considerata la somma dei diametri dei singoli fusti.
5. Taglio di elementi d'acciaio rimasti sulle opere conservate, con sezione singola fino a 2 cm<sup>2</sup>.
6. Raccolta e smaltimento delle acque risultanti dai lavori di idrodemolizione, di perforazione o di taglio mediante sega.

### 19.4.2 Prestazioni particolari

Prestazioni particolari, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 15.4.2, sono per esempio:

1. Prestazioni connesse con le misure indicate ai punti 15.3.1.4, 15.3.1.5, 15.3.1.6, 15.3.1.7, 15.3.3.2 e 15.3.3.3.
2. Misure particolari per la ricognizione dello stato delle costruzioni e degli impianti tecnici nonché delle strade e degli impianti di alimentazione e di smaltimento prima dell'inizio dei lavori.
3. Montaggio e smontaggio nonché messa a disposizione dei ponteggi con piani di lavoro ad una altezza maggiore di 2 m sopra il terreno o il pavimento.
4. Protezione, taglio ed occlusione di condotte di alimentazione e di smaltimento obsolete e fuori servizio.
5. Rimozione di arbusti ed alberi isolati, fatta eccezione per le prestazioni indicate al punto 15.4.1.4.

6. Misure particolari per la riduzione del carico da rumore, ad esempio costruzione di muri o diaframmi antirumore.
7. Misure particolari per la limitazione dell'emissione di polvere, ad esempio mediante cortine d'acqua, lance d'acqua, paratie di muri o diaframmi antipolvere, fatta eccezione per le prestazioni indicate al punto 15.4.1.2.
8. Smontaggio, rimozione, protezione e trasporto di elementi da conservare o da recuperare.
9. Misure particolari per la protezione di parti di costruzioni o di impianti tecnici nonché di arredi, in genere, ad esempio mascheratura di serramenti, pavimentazioni, rivestimenti, scale, elementi di legno, protezione dalla polvere di dispositivi ed apparecchi tecnici delicati, stesa di lastre o teli di protezione.
10. Predisposizione e consegna di calcoli statici e degli elaborati grafici occorrenti per costruzioni o elementi da conservare o adiacenti.
11. Misure di protezione per le opere da conservare o adiacenti, nella misura che tali misure non siano ascrivibili all'operato dell'Appaltatore.
12. Realizzazione di coperture e di parapetti di protezione dopo l'ultimazione dei lavori di demolizione e di riduzione.
13. Taglio di elementi d'acciaio rimasti sulle opere conservate, con sezione singola maggiore di 2 cm<sup>2</sup>.
14. Trasporto dei materiali su distanze maggiori di quelle indicate al punto 15.3.4.1.

## 19.5 CONTABILIZZAZIONE

Ad integrazione di quanto indicato nelle "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.5, vale quanto segue:

## 19.6 GENERALITÀ

1. Per determinare le prestazioni fornite, indipendentemente se da disegno o da rilievo in sito, vanno presi in considerazione le dimensioni delle costruzioni e degli impianti tecnici da demolire.
2. Per le opere da contabilizzare a massa, questa sarà determinata mediante pesatura; vanno prese in considerazione le bolle di pesatura verificate dal Direttore dei Lavori.
3. Per demolizioni vuoto per pieno s'intende il volume del massimo ingombro effettivo dell'opera a partire dall'estradosso dei pavimenti più bassi. La parte sottostante viene compensata separatamente.



4. Per lavori di carotaggio è da considerare una lunghezza minima di contabilizzazione pari a 10 cm per ogni foro. Interruzioni fino a 15 cm di profondità del foro non verranno portate in detrazione.
5. Per la contabilizzazione a superficie di tagli mediante sega in base alla lunghezza ed alla profondità di taglio, per opere di calcestruzzo o di muratura è da considerare una profondità minima di contabilizzazione pari a 3 cm.

## 20 CARPENTERIA IN ACCIAIO

---

Sarà a carico dell'appaltatore, ai sensi della normativa UNI EN 1090-1 Appendice A – Specifica del componente MPC5 Metodo 3b, i calcoli e la redazione della relazione di calcolo strutturale relativa alle carpenterie metalliche in particolare per quanto riguarda i grigliati e le strutture di sostegno.

### 20.1 CAMPO DI APPLICAZIONE

1. Le presenti DTC "Carpenteria in acciaio" si applicano per le opere in acciaio dell'ingegneria strutturale del settore civile edile e del settore delle opere civili non edili, comprese le opere composte in acciaio e conglomerato cementizio.
2. Le presenti DTC "Carpenteria in acciaio" non si applicano per le opere in metallo e le opere da fabbro (vedi DTC "Opere metalliche").
3. A titolo integrativo sono applicabili le DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia" (punti da 1.1 a 1.5). In caso di discordanza prevalgono le prescrizioni specifiche delle presenti DTC.

### 20.2 MATERIALI, ELEMENTI COSTRUTTIVI

Ad integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 2, vale quanto segue:

Possono essere utilizzati solo materiali ed elementi costruttivi che corrispondono alle leggi e disposizioni nazionali vigenti.

#### 20.2.1 Prove sui materiali

1. L'appaltatore deve presentare al committente la documentazione di accompagnamento di cui al D.M. Infrastrutture e Trasporti del 17 gennaio 2018 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni" e al D.M. Infrastrutture e trasporti 31 Luglio 2012 "Approvazione delle Appendici nazionali recanti i parametri tecnici per l'applicazione degli Eurocodici".  
Tutte le forniture di acciaio, per le quali non sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dall'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale.  
Gli attestati di controllo, gli attestati di controllo specifico e gli attestati di conformità all'ordinazione di regola devono essere rilasciati dallo stabilimento di produzione; in casi motivati essi possono essere rilasciati dallo stabilimento di lavorazione.
2. Se sono richiesti certificati di collaudo, l'appaltatore deve assicurare,

- che al committente venga comunicato tempestivamente il termine entro cui il materiale sarà pronto per la prova,
  - che all'incaricato da parte del committente di eseguire la prova, sia concesso l'accesso allo stabilimento di produzione ovvero a quello di lavorazione, quando ciò sia necessario per eseguire la prova, e
  - che vengano messe a disposizione la manodopera, le macchine, gli apparecchi e quant'altro occorrente per l'esecuzione della prova nonché i campioni lavorati.
3. Se sono richiesti certificati di collaudo, per l'esecuzione si possono impiegare soltanto i materiali che siano stati muniti di una punzonatura da parte dell'incaricato del committente e che quindi siano stati ammessi per l'impiego.
4. Inoltre l'appaltatore deve eseguire per il committente le prove dei materiali disposte dal direttore dei lavori, presentandone i risultati. Si tratta qui di prove dei materiali che il direttore dei lavori ritiene necessarie per poter adempiere i propri obblighi di controllo prescritti dalle leggi e norme vigenti.

#### **20.2.2 Prove e verifiche su elementi costruttivi**

Se vengono concordate prove su elementi costruttivi, vale il punto 16.2.1.2, per quanto applicabile.

### **20.3 ESECUZIONE**

Ad integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.3, vale quanto segue:

#### **20.3.1 Generalità**

Per le opere in acciaio valgono tra l'altro le seguenti norme e direttive:

- D.M. Infrastrutture e Trasporti 17 gennaio 2018 Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni
- D.M. Infrastrutture e trasporti 31 Luglio 2012 Approvazione delle Appendici nazionali recanti i parametri tecnici per l'applicazione degli Eurocodici
- Legge n. 31 del 28 febbraio 2008 Proroga termini disposizioni legislative - Art. 20
- Legge 05.11.1971, n. 1086 Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio normale e precompresso ed a struttura metallica
- UNI EN 1993 Eurocodice 3: Progettazione delle strutture di acciaio
  - parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
  - parte 1-2: Regole generali – progettazione strutturale contro l'incendio



parte 1-3: Regole generali – regole supplementari per l'impiego dei profilati e delle lamiera sottili piegati a freddo

parte 1-4: Regole generali – regole supplementari per acciai inossidabili

parte 1-5: Elementi strutturali a lastra

parte 1-6: Resistenza e stabilità delle strutture a guscio

- UNI EN 1994 Eurocodice 4: Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo

parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici

parte 1-2: Regole generali – progettazione strutturale contro l'incendio

parte 2: Regole generali e regole per i ponti

- UNI EN 1090-2: Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio - Parte 2: Requisiti tecnici per strutture di acciaio
- CNR 10029: Costruzioni di acciaio ad elevata resistenza. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.

### 20.3.2 Documentazione esecutiva

1. L'appaltatore deve predisporre il progetto di officina occorrente per l'esecuzione (disegni di officina, piani di saldatura e simili), la progettazione delle opere provvisorie ed il programma di montaggio; su richiesta deve sottoporre questa documentazione al committente.
2. Se ai fini del rilievo dello stato di fatto, l'appaltatore è tenuto a fornire ulteriori documenti costruttivi, per es. schizzi, tabelle, disegni in scala e/o idonei ad essere riprodotti su microfilm, da questi documenti devono risultare i seguenti dati:
  - misure,
  - materiali,
  - collegamenti ed elementi di unione,
  - lavorazioni speciali.
3. I calcoli di resistenza da fornire dall'appaltatore (per es. per opere provvisorie, per varianti dei collegamenti e simili), devono essere sottoscritti per esteso da lui e dal tecnico che li ha elaborati. I piani di saldatura devono essere sottoscritti dall'appaltatore e dal tecnico specializzato per le saldature.
4. Entro il termine precedentemente concordato, decorrente dalla presentazione della documentazione ed in assenza di contestazioni, il committente deve restituire i documenti esecutivi forniti dall'appaltatore in una copia completa del suo visto di approvazione. Le eventuali contestazioni vanno immediatamente comunicate all'appaltatore.
5. La responsabilità su assunta dall'appaltatore ai sensi del contratto, non viene limitata dal fatto che il committente approvi i documenti esecutivi.



Tuttavia il committente con la sua approvazione dichiara che i documenti esecutivi corrispondono alle sue richieste.

### 20.3.3 Realizzazione delle opere

1. Il committente deve mettere a disposizione dell'appaltatore, entro il termine concordato e nella giusta posizione e quota, le sottocostruzioni predisposte per l'alloggiamento della struttura in acciaio. Egli deve predisporre capisaldi per la quota di riferimento, le mezzerie del manufatto e gli assi degli appoggi, dei pilastri o delle colonne. Prima dell'inizio del montaggio, l'appaltatore deve accertarsi dell'esattezza della posizione e della marchiatura delle sottocostruzioni. Egli deve immediatamente comunicare al committente le sue eventuali obiezioni.
2. L'appaltatore è tenuto ad allineare le opere in acciaio ed a rinzaffare o iniettare a regola d'arte le basi di appoggio, le basi delle colonne e gli ancoraggi. I rinzaffi e le iniezioni possono avere inizio soltanto dopo che l'appaltatore e il committente in contraddittorio hanno rilevato la posizione conforme a contratto degli appoggi, delle basi delle colonne e degli ancoraggi. Di tale rilevamento verrà redatto un verbale firmato da tutte le parti; esso non avrà valore di collaudo. Le opere provvisorie o accessori necessari per posizionare gli appoggi, le basi delle colonne e gli ancoraggi secondo progetto, che ad opera completata potrebbero costituire un impedimento, per es. cunei, devono essere rimossi dall'appaltatore non appena il supporto ha raggiunto la necessaria resistenza.

### 20.3.4 Lavori di protezione contro la corrosione

1. Le opere in acciaio comprendono anche la preparazione delle superfici e l'applicazione di una mano di fondo; in tale caso vanno applicate, per quanto applicabili, le disposizioni contenute nelle DTC "Lavori di protezione contro la corrosione di opere in acciaio", punti da 1 a 4, ma non quelle contenute al punto 5 della stessa DTC.
2. L'appaltatore è tenuto a preparare le superfici che nella disposizione definitiva non saranno in contatto con calcestruzzo secondo UNI EN ISO 12944-4 „Pitture e vernici — Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura – Parte 4: Tipi di superfici e la loro preparazione”, e deve applicare una mano di fondo secondo UNI EN ISO 12944-5 „Pitture e vernici — Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura — Parte 5: Sistemi di verniciatura protettiva” e UNI EN ISO 12944-7 „ Pitture e vernici — Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura — Parte 7: Esecuzione e sorveglianza dei lavori di verniciatura”. Per le superfici di contatto di opere in acciaio da collegare vanno tuttavia osservate le norme e direttive citate al punto 3.1 delle presenti DTC.

## 20.4 PRESTAZIONI ACCESSORIE, PRESTAZIONI PARTICOLARI

### 20.4.1 Prestazioni accessorie

Prestazioni accessorie, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 16.4.1, sono in particolare:

1. Verifica dello stato delle strade, della superficie del suolo, dei canali di raccolta ecc., prima dell'inizio dei lavori
2. Protezione delle sottocostruzioni contro l'insudiciamento dovuto ai lavori dell'appaltatore fino al momento del collaudo.
3. Messa a disposizione dei provini, della manodopera, delle macchine, dei dispositivi di misurazione e degli attrezzi occorrenti per eseguire le prove richieste durante la realizzazione delle opere in acciaio e per eseguire il collaudo dopo l'ultimazione delle opere stesse.
4. Pesatura delle opere in acciaio o fornitura dei calcoli della massa per la contabilizzazione.
5. Realizzazione delle coperture e di parapetti di protezione di aperture e mantenimento delle stesse al fine di consentirne l'utilizzo da parte di altre imprese oltre la durata del proprio utilizzo. Quest'ultima circostanza va immediatamente comunicata, per iscritto, al committente.
6. Messa a disposizione dei ponteggi da utilizzare per conto proprio.
7. Realizzazione e messa a disposizione di opere provvisorie (per es. strutture ausiliarie e incastellature), compresa la fornitura della documentazione di verifica e grafica richiesta a tale scopo.
8. Prove di tenuta per quanto esse siano necessarie per la prova di funzionalità.

### 20.4.2 Prestazioni particolari

Prestazioni particolari, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 16.4.2, sono per esempio:

1. Prove sul terreno ed analisi dell'acqua.
2. Messa a disposizione dei ponteggi ad altre imprese oltre la durata della propria utilizzazione.
3. Modifica di ponteggi, messa a disposizione di apparecchi di sollevamento, montacarichi, locali di soggiorno e di deposito e simili per l'utilizzo da parte di altre imprese.
4. Pulizia delle sottocostruzioni e delle opere in acciaio da insudiciamento grossolano come macerie, gesso, residui di malta, residui di pitture e simili, per quanto l'insudiciamento stesso non sia imputabile all'appaltatore.
5. Fornitura di calcoli e disegni oltre a quanto previsto al punto 3.2.1 ed oltre ai documenti di contabilizzazione richiesti (calcoli delle quantità, disegni ed altri documenti giustificativi), per es. fornitura di calcoli delle superfici trattate.

6. Prestazioni dirette a fornire la prova della qualità dei materiali, degli elementi costruttivi e delle unioni, le quali vanno oltre le prestazioni richieste ai sensi del punto 16.2.1 e del punto 16.3.1.
7. Prestazioni dell'incaricato per la verifica dei certificati di collaudo (vedi punto 16.2.1.1) ovvero per la verifica di elementi costruttivi (vedi punto 16.2.2).
8. Applicazione e rimozione di riempitivi liquidi per la prova di tenuta, se quest'ultima può essere verificata anche con altri mezzi.
9. Carichi di prova richiesti dal committente oltre a quelli già prescritti dalle norme e disposizioni vigenti.
10. Realizzazione di fori ed intagli non indicati, per tipo, dimensioni e numero, nella descrizione delle prestazioni.
11. Chiusura di fori, scanalature ed intagli.
12. Posa in opera di elementi da incorporare o inserire (intelaiature, profili di ancoraggio, tubi, condutture, tasselli e simili).
13. Sigillatura di giunti.
14. Opere di raccordo verso strutture esistenti.
15. Lavori di protezione dalla corrosione oltre le prestazioni di cui al punto 3.4.

## 20.5 CONTABILIZZAZIONE

Ad integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.5, vale quanto segue:

### 20.5.1 Generalità

In caso di contabilizzazione a massa, quest'ultima viene determinata mediante calcolo. Tuttavia la massa di pezzi speciali, per es. in ghisa o in ferro battuto, viene determinata mediante pesatura.

### 20.5.2 Determinazione della massa mediante calcolo

1. Per la determinazione della massa vengono considerati i seguenti elementi:
  - per i piatti d'acciaio di larghezza fino a 180 mm nonché per i profilati e barre di acciaio la lunghezza massima,
  - per i piatti d'acciaio di larghezza superiore a 180 mm e per le lamiere la superficie del poligono più piccolo circoscritto, formato da linee rette o da linee curve convesse; per i piatti d'acciaio con piegatura parallela al lato lungo lo sviluppo effettivo misurato lungo l'asse),
  - per le travi intagliate o rastremate la sezione piena.

Nella misurazione non si tiene conto degli intagli e degli angoli rientranti.

2. Alla base del calcolo della massa vanno considerati i seguenti dati:



- per i profilati unificati, la massa ai sensi delle norme vigenti,
- per gli altri profilati, la massa secondo il catalogo dei profilati del produttore,
- per le lamiere, i piatti larghi di acciaio e i nastri di acciaio, la massa di 7,85 kg per ogni m<sup>2</sup> di superficie e per ogni mm di spessore se si tratta di acciaio nero e di 7,90 kg per ogni m<sup>2</sup> di superficie e per ogni mm di spessore se si tratta di acciaio inossidabile,
- per i pezzi speciali in acciaio, la densità di 7,85 kg/dm<sup>3</sup> in caso di acciaio nero, di 7,90 kg/dm<sup>3</sup> in caso di acciaio inossidabile e per i pezzi speciali in ghisa (ghisa grigia) la densità di 7,25 kg/dm<sup>3</sup>.

Non si tiene conto dei materiali di collegamento, per es. di bulloni, chiodi e saldature.

Non si tiene neppure conto della massa dei rivestimenti di protezione contro la corrosione, per es. della zincatura a caldo.

3. Non si tiene conto della tolleranza di laminazione e dello sfrido.

#### **20.5.3 Determinazione della massa mediante pesatura**

Tutti gli elementi costruttivi vanno pesati. Per elementi costruttivi uguali è sufficiente la pesatura di un numero adeguato di essi.

## 21 OPERE METALLICHE

---

Sarà a carico dell'appaltatore, ai sensi della normativa UNI EN 1090-1 Appendice A – Specifica del componente MPC5 Metodo 3b, i calcoli e la redazione della relazione di calcolo strutturale relativa alle carpenterie metalliche in particolare per quanto riguarda i parapetti.

### 21.1 CAMPO DI APPLICAZIONE

1. Le presenti DTC „Opere metalliche“ valgono per costruzioni realizzate con elementi metallici, anche se composti con elementi di altro materiale.
2. Le DTC „Opere metalliche“ non valgono per:
  - Carpenteria in acciaio (vedi DTC „Carpenteria in acciaio“),
  - Opere da lattoniere (vedi DTC „Opere da lattoniere“),
  - Persiane avvolgibili,
  - Ferramenta,
  - A titolo integrativo sono applicabili le DTC “Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia” (punti da 1.1 a 1.5). In caso di discordanza prevalgono le prescrizioni specifiche delle presenti DTC.

### 21.2 MATERIALI, ELEMENTI COSTRUTTIVI

In aggiunta a quanto indicato nelle DTC “Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia”, punto 1.2, vale quanto segue:

Per i materiali e gli elementi costruttivi normalizzati vengono citate in particolare le seguenti norme tecniche di riferimento.

#### 21.2.1 Acciaio

- UNI EN 10025-1 Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Condizioni tecniche generali di fornitura
- UNI EN 10025-2 Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali
- UNI EN 10130 Prodotti piani laminati a freddo, di acciaio a basso tenore di carbonio per imbutitura o piegamento a freddo - Condizioni tecniche di fornitura

- UNI EN 10131 Prodotti piani laminati a freddo, non rivestiti e rivestiti con zinco o con zinco-nichel per via elettrolitica, di acciaio a basso tenore di carbonio e ad alto limite di snervamento, per imbutitura e piegamento a freddo - Tolleranze sulla dimensione e sulla forma
- UNI EN 10143 Lamiere sottili e nastri di acciaio con rivestimento metallico applicato per immersione a caldo in continuo. Tolleranze dimensionali e di forma
- UNI EN 10163-1 Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo - Parte 1: Requisiti generali
- UNI EN 10163-2 Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo. Lamiere e larghi piatti.
- UNI EN 10163-3 Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo - Parte 3: Profilati
- UNI 7958 Prodotti finiti di acciaio non legato di qualità laminati a freddo. Lamiere sottili e nastri larghi da costruzione
- UNI EN 10223-2 Fili e prodotti trafilati di acciaio per recinzioni - Reti di acciaio a maglie esagonali usate in agricoltura, nell'isolamento e nelle recinzioni
- UNI EN 10223-6 Fili e prodotti trafilati di acciaio per recinzioni - Recinzioni in rete a semplice torsione

#### **21.2.2 Rame e leghe di rame**

- UNI EN 1652 Rame e leghe di rame - Piastre, lastre, nastri e dischi per usi generali
- UNI EN 1982 Rame e leghe di rame - Lingotti e getti

#### **21.2.3 Piombo**

- UNI EN 12659 Piombo e leghe di piombo - Piombo

#### **21.2.4 2.4 Zinco**

- UNI EN 1179 Zinco e leghe di zinco - Zinco primario

#### **21.2.5 2.5 Alluminio e leghe di alluminio**

- UNI EN 573-3 Alluminio e leghe di alluminio. Composizione chimica e forma dei prodotti semilavorati. Composizione chimica e forma dei prodotti.
- UNI EN 1706 Alluminio e leghe di alluminio - Getti - Composizione chimica e caratteristiche meccaniche

#### **21.2.6 2.6 Acciai inossidabili**

- UNI EN 10296-2 Tubi saldati di acciaio di sezione circolare per utilizzi meccanici e ingegneristici generali - Condizioni tecniche di fornitura - Parte 2: Tubi di acciaio inossidabile

- UNI EN 10217-7 Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione - Condizioni tecniche di fornitura - Parte 7: Tubi di acciaio inossidabile
- UNI EN 10028-1 Prodotti piani di acciai per recipienti a pressione - Requisiti generali
- UNI EN 10028-7 Prodotti piani di acciai per recipienti a pressione - Acciai inossidabili
- UNI EN 10088-2 Acciai inossidabili - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura delle lamiere, dei fogli e dei nastri di acciaio resistente alla corrosione per impieghi generali
- UNI EN 10088-3 Acciai inossidabili - Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura dei semilavorati, barre, vergella, filo, profilati e prodotti trasformati a freddo di acciaio resistente alla corrosione per impieghi generali
- UNI EN 10312 Tubi saldati di acciaio inossidabile per il convogliamento dell'acqua e di altri liquidi acquosi - Condizioni tecniche di fornitura

#### 21.2.7 Materie plastiche

- UNI EN 12608 Profili di polivinilcloruro non plastificato (PVC-U) per la fabbricazione di porte e finestre - Classificazione, requisiti e metodi di prova
- UNI EN ISO 11833-1 Materie plastiche - Lastre di pol(cloruro di vinile) non plastificato - Tipi, dimensioni e caratteristiche - Parte 1: Lastre di spessore non minore di 1 mm

#### 21.2.8 Elementi di collegamento

Elementi di collegamento, tasselli e sospensioni devono essere costituiti da materiali resistenti alla corrosione ed all'invecchiamento.

- DIN 267-2 Elementi di collegamento meccanici — Condizioni tecniche di fornitura — Esecuzione e tolleranze dimensionali
- UNI EN ISO 898-1 Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio - Viti e viti prigioniere. con classi di resistenza specificate - Filettature a passo grosso e a passo fine
- UNI EN ISO 898-2 Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio al carbonio e acciaio legato - Parte 2: Dadi con classi di resistenza specificate - Filettatura a passo grosso e filettatura a passo fine

#### 21.2.9 Materiali impermeabilizzanti, materiali di separazione e pitture

I materiali di impermeabilizzazione, i materiali di separazione e le pitture devono essere resistenti agli agenti atmosferici ed all'invecchiamento.

- UNI EN ISO 11600 Edilizia - Prodotti per giunti - Classificazione e requisiti per i sigillanti
- UNI EN 12365-1 Accessori per serramenti - Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue - Parte 1: Requisiti prestazionali e classificazione



- UNI EN 12365-2 Accessori per serramenti - Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue - Parte 2: Metodi di prova per determinare la forza di compressione
- UNI EN 12365-3 Accessori per serramenti - Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue - Parte 3: Metodo di prova per determinare il recupero elastico
- UNI EN 12365-4 Accessori per serramenti - Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue - Parte 4: Metodo di prova per determinare il recupero dopo l'invecchiamento accelerato

#### **21.2.10 Semilavorati, lamiere e profilati in alluminio**

- UNI EN 485-2 Alluminio e leghe di alluminio - Lamiere, nastri e piastre - Parte 2: Caratteristiche meccaniche
- UNI EN 754-1 Alluminio e leghe di alluminio - Barre e tubi trafilati - Condizioni tecniche di fornitura e collaudo
- UNI EN 754-2 Alluminio e leghe di alluminio - Barre e tubi trafilati - Caratteristiche meccaniche
- UNI EN 755-1 Alluminio e leghe di alluminio - Barre, tubi e profilati estrusi - Condizioni tecniche di fornitura e collaudo
- UNI EN 755-2 Alluminio e leghe di alluminio - Barre, tubi e profilati estrusi - Caratteristiche meccaniche
- UNI EN 12020-1 Alluminio e leghe di alluminio - Profilati di precisione, estrusi di leghe EN AW-6060 e EN AW-6063 - Condizioni tecniche di fornitura e collaudo
- UNI EN ISO 7599 Anodizzazione dell'alluminio e sue leghe - Specifiche generali per rivestimenti per ossidazione anodica sull'alluminio
- UNI EN ISO 2106 Anodizzazione dell'alluminio e sue leghe - Determinazione della massa areica degli strati di ossido anodico - Metodo gravimetrico
- UNI EN ISO 2128 Anodizzazione dell'alluminio e sue leghe - Determinazione dello spessore degli strati di ossido anodico - Metodo non distruttivo mediante microscopio a sezione ottica
- UNI EN ISO 2143 Anodizzazione dell'alluminio e sue leghe - Valutazione della perdita di potere assorbente dello strato di ossido anodico fissato - Prova alla goccia di colorante con preattacco acido
- UNI EN ISO 2931 Anodizzazione dell'alluminio e sue leghe - Valutazione della qualità del fissaggio dello strato di ossido anodico mediante misurazione di ammettenza
- UNI EN ISO 3210 Anodizzazione dell'alluminio e sue leghe - Valutazione della qualità del fissaggio degli strati di ossido anodico mediante misurazione di perdita di massa dopo immersione in soluzioni fosfo-cromiche acide
- UNI EN ISO 6581 Anodizzazione dell'alluminio e sue leghe - Determinazione della solidità comparativa alla luce ultravioletta e al calore degli strati di ossido anodico colorati

- UNI EN ISO 8251 Anodizzazione dell'alluminio e sue leghe - Determinazione della resistenza all'abrasione degli strati di ossido anodico
- UNI EN ISO 7668 Anodizzazione dell'alluminio e sue leghe - Misurazione della riflettanza e riflessione speculari dei rivestimenti anodici ad angoli di 20°, 45°, 60° o 85°
- UNI EN ISO 6719 Anodizzazione dell'alluminio e sue leghe - Determinazione delle caratteristiche di riflettanza delle superfici di alluminio mediante strumentazione a sfera di integrazione
- UNI EN ISO 7759 Anodizzazione dell'alluminio e sue leghe - Misurazione delle caratteristiche di riflettanza delle superfici di alluminio mediante fotogoniometro o fotogoniometro ridotto
- UNI EN ISO 10215 Anodizzazione dell'alluminio e sue leghe - Determinazione visiva della chiarezza d'immagine degli strati di ossido anodico - Metodo della scala grafica
- UNI EN ISO 3211 Anodizzazione dell'alluminio e sue leghe - Valutazione della resistenza degli strati di ossido anodico alla cricatura per deformazione
- UNI EN ISO 2085 Anodizzazione dell'alluminio e sue leghe - Controllo della continuità degli strati di ossido anodico sottili - Prova al solfato di rame
- UNI EN ISO 2376 Anodizzazione dell'alluminio e sue leghe - Determinazione della tensione elettrica di perforazione
- UNI EN ISO 8993 Anodizzazione dell'alluminio e sue leghe - Sistema di valutazione della corrosione puntiforme - Metodo delle immagini tipo
- UNI EN ISO 8994 Anodizzazione dell'alluminio e sue leghe - Sistema di valutazione della corrosione puntiforme - Metodo del reticolo
- UNI EN 14024 Profili metallici con taglio termico - Prestazioni meccaniche - Requisiti, verifiche e prove per la valutazione

#### **21.2.11 Porte**

- UNI EN 1634-1 Prove di resistenza al fuoco per porte ed elementi di chiusura - Porte e chiusure resistenti al fuoco
- DIN 18111-1 Telai per porte – Telai in acciaio – Parti 1

#### **21.2.12 Esecuzione**

A completamento di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 3, vale quanto segue:

## 21.3 GENERALITÀ

### 21.3.1 Per l'esecuzione vale in particolare quanto segue:

1. Nel corso delle proprie verifiche l'Appaltatore dovrà formulare le proprie obiezioni in particolare nei seguenti casi:
  - mancanza di punti di riferimento delle quote ad ogni piano,
  - caratteristiche non idonee di elementi costruttivi esistenti,
  - mancanza o inadeguatezza delle possibilità di fissaggio,
  - impossibilità di effettuare in sicurezza la pulizia e la manutenzione delle finestre e delle facciate,
  - scostamenti dalle misure maggiori delle tolleranze ammesse al punto 3.1.1.2.
2. Gli scostamenti dalle misure prescritte sono ammesse nei limiti fissati dalle norme
  - DIN 18202 Tolleranze nell'edilizia – Costruzioni
  - DIN 18203-2 Tolleranze nell'edilizia – Elementi prefabbricati in acciaio

Difetti di planarità visibili a luce radente sulle superfici sono ammessi purché vengano rispettate le tolleranze di cui alla norma DIN 18202.

3. Per gli elementi costruttivi di cui ai punti da 3.2 a 3.6, l'appaltatore deve fornire prima dell'inizio della produzione i disegni o le descrizioni dettagliati. Esse devono essere approvate dal committente.

Le rappresentazioni devono evidenziare il tipo di costruzione, le misure, la posa, il fissaggio e i raccordi agli elementi costruttivi nonché le sequenze di montaggio.

4. Per il dimensionamento e l'esecuzione di strutture portanti valgono tra l'altro le seguenti norme e direttive:
  - Legge 05.11.1971, n. 1086 Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio normale e precompresso ed a struttura metallica
  - D.M.LL.PP. 09.01.1996 Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
  - Circ. M.LL.PP. 15.10.1996, n. 252 Istruzione per l'applicazione delle „Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche” di cui al D.M. 09.01.1996.
  - D.M. Infrastrutture e Trasporti 17 gennaio 2018 Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni
  - UNI EN 1993 Eurocode 3: Progettazione delle strutture di acciaio parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
  - UNI EN 1090-2 Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio - Parte 2: Requisiti tecnici per strutture di acciaio

- UNI EN 1090-3 Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio - Parte 3: Requisiti tecnici per le strutture di alluminio
- DPP 19.08.2005, n. 38: Regolamento sull'eliminazione e il superamento delle barriere architettoniche

### 21.3.2 Esigenze costruttive

1. Gli spigoli tagliati e segati vanno sbavati.
2. Per le preparazioni di saldature valgono in particolare le seguenti norme:
  - UNI EN ISO 9692-3 Saldatura e procedimenti connessi - Raccomandazioni per la preparazione dei giunti - Parte 3: Saldatura MIG e TIG dell'alluminio e delle sue leghe
  - UNI EN ISO 9692-1 Saldatura e procedimenti connessi - Raccomandazioni per la preparazione dei giunti - Parte 1: Saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti, saldatura ad arco con elettrodo fusibile sotto protezione di gas, saldatura a gas, saldatura TIG e saldatura mediante fascio degli acciai
3. Nelle superfici a vista, i cordoni di saldatura in risalto in corrispondenza di giunzioni di testa devono essere rettificati, se non contribuiscono alla resistenza meccanica.
4. Nei lavori di piegatura di elementi costruttivi in acciaio, il raggio di curvatura non deve essere inferiore ai valori prescritti dalle norme tecniche per la piegatura a freddo di prodotti piatti in acciaio.

In corrispondenza di piegature, le profilature e risvolti non sono ammesse variazioni di sezione, quali restringimenti, raggrinzimenti, fessure e ondulazioni.

5. Le superfici di aggraffature devono essere lisce e non devono presentare impedimenti per la posa di eventuali riempimenti, guarnizioni o simili.
6. Le costruzioni per vetrate vanno realizzate in maniera che ogni lastra di vetro possa essere sostituita singolarmente.
7. Gli elementi di riempimento, per es. vetro, piastre, devono essere fissati in maniera sicura e durevole. Qualora l'alloggiamento è costituito da mastici indurenti, si deve provvedere al bloccaggio del riempimento nella sua posizione fino all'avvenuto indurimento.
8. Le acque meteoriche e quelle derivanti dal disgelo vanno scaricate mediante accorgimenti costruttivi.
9. I manufatti da fusione devono essere forniti ripuliti da residui di sabbia da fonderia e perfettamente sbavati.

### 21.3.3 Elementi di collegamento

1. Per il collegamento di elementi di materiali diversi vanno impiegati accessori di sostanze resistenti alla corrosione. Per opere in alluminio, possono essere utilizzati anche accessori di

alluminio, purché soddisfino le esigenze di resistenza e siano compatibili con i materiali impiegati.

2. Connessioni per stagnatura devono essere puliti dai residui di detergenti e flussanti.
3. I bulloni vanno bloccati contro l'allentamento non voluto.
4. Connessioni mediante incollaggio vanno eseguite in cantiere solo in condizioni adatte, con riguardo per es. alla temperatura, all'umidità, all'assenza di polveri, grassi e solventi.

#### **21.3.4 Fissaggio alla costruzione**

1. In linea di massima l'appaltatore è libero di scegliere il tipo di fissaggio degli elementi costruttivi alla costruzione. I fissaggi su strutture portanti eseguiti mediante saldatura su acciaio o mediante imbullonatura possono essere eseguiti solo col consenso del committente. In ambienti umidi devono essere utilizzati accessori di fissaggio in materiale inossidabile.
2. Gli ancoraggi degli elementi costruttivi alla costruzione vanno eseguiti in modo che i carichi vengano trasmessi affidabilmente alla costruzione stessa. I telai devono avere almeno 4 ancoraggi. Gli ancoraggi di telai e profilati devono essere disposti a non più di 200 mm dagli angoli ovvero dalle estremità e ad un interasse non maggiore di 800 mm.
3. Gli elementi costruttivi vanno bloccati nella loro posizione fino al completo indurimento dei materiali di collegamento. Non potranno essere impiegati dei materiali che possono compromettere i fissaggi (ancoraggi).
4. I collegamenti ed i fissaggi devono potere assorbire le deformazioni ed i movimenti relativi tra costruzione ed elemento applicato.
5. I giunti tra manufatti ed elementi costruttivi che servono da chiusura verso l'esterno, per es. finestre, vetrate, porte, vanno impermeabilizzati ai sensi delle norme vigenti.

#### **21.3.5 Protezione superficiale**

1. Le opere in metallo comprendono anche la preparazione delle superfici e l'applicazione di una mano di fondo secondo le DTC „Opere da pittore e verniciatore“. La preparazione delle superfici e la verniciatura di fondo su elementi costruttivi in acciaio e alluminio, per cui sono prescritti verifiche di stabilità o l'omologazione, vanno eseguiti secondo le DTC "Lavori di protezione contro la corrosione di opere in acciaio e in alluminio."
2. La composizione delle pitture protettive utilizzate va comunicata al committente.
3. Se superfici di elementi costruttivi non più accessibili dopo il montaggio devono essere protette contro la corrosione, la protezione va applicata preventivamente con sistemi durevoli.
4. Le lamiere d'acciaio zincate devono rispondere alla norma UNI EN 10346 „Prodotti piani di acciaio rivestiti per immersione a caldo in continuo - Condizioni tecniche di fornitura “. Anche

in corrispondenza di piegature lo strato di zinco non potrà presentare fessure o sfogliature. Per elementi in acciaio zincati vale la norma UNI EN ISO 1461 „Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio - Specificazioni e metodi di prova“.

5. Su elementi zincati da saldare, nella zona della saldatura va rimosso il rivestimento di zinco. La zona saldata va pulita e rivestita con una pittura coprente di polvere di zinco, il cui spessore finito non deve essere inferiore a 1,5 volte lo spessore dello strato di zincatura.
6. Le superfici non protette, formatesi durante la lavorazione di barre, tubi e lamiere zincate vanno protette contro la corrosione. Gli spigoli tagliati con uno spessore fino a 1,5 mm possono rimanere senza trattamento.
7. Le strutture realizzate con profili cavi, da verniciare su tutti i lati, devono essere munite di idonei fori di ingresso e di uscita.
8. Con la spruzzatura termica le superfici interne di profili o tubi cavi non vengono rivestite. Immediatamente dopo l'applicazione, sulla superficie va applicata una rasatura coprente, non soggetta a rigonfiamenti ed aderente, su cui può essere applicata un'ulteriore mano di pittura.
9. Per la protezione anodica su alluminio vale la norma UNI 10681 „Alluminio e leghe di alluminio - Caratteristiche generali degli strati di ossido anodico per uso decorativo e protettivo“.
10. Lo spessore di pitture ad indurimento termico su elementi in alluminio deve essere di almeno 60  $\mu\text{m}$ . Su elementi in zinco od acciaio zincato, lo spessore minimo deve essere di 50  $\mu\text{m}$  e su elementi in alluminio preverniciato, lo spessore minimo deve essere di 20  $\mu\text{m}$ .
11. Lo spessore di rivestimenti ammortizzanti non deve essere inferiore a 2 mm.

#### 21.3.6 Finestre

1. Per i requisiti di finestre valgono in particolare le seguenti norme:
  - UNI EN 12207 Finestre e porte - Permeabilità all'aria - Classificazione
  - UNI EN 12208 Finestre e porte - Tenuta all'acqua - Classificazione
  - UNI EN 12210 Finestre e porte - Resistenza al carico del vento - Classificazione
  - UNI EN 1026 Finestre e porte - Permeabilità all'aria - Metodo di prova.
  - UNI EN 1027 Finestre e porte - Tenuta all'acqua - Metodo di prova.
  - UNI EN 12211 Finestre e porte - Resistenza al carico del vento - Metodo di prova.
2. I battenti di finestre vanno registrati per ottenere la perfetta tenuta e la completa agibilità anche prima della vetratura.
3. I battenti ad anta ribalta devono essere dotati di un di bloccaggio di sicurezza contro manovre errate. Le ante a bilico con rotazione a 180° devono essere dotate di fermi; è inoltre da prevedere un arresto in posizione di apertura a 15°.

4. L'altezza della scanalatura portavetro deve essere conforme alla Tabella 78.

La larghezza della scanalatura portavetro deve essere almeno uguale allo spessore del vetro maggiorato di

- 2 x 3 mm per i vetri piani ovvero
- 20 mm per i vetri piegati

per consentire l'impermeabilizzazione a regola d'arte dei vetri stessi.

Per le misure delle scanalature di vetrature speciali valgono le prescrizioni del produttore.

Tabella 78

--

5. I listelli fermavetro vanno disposti sul lato interno.

6. I punti di fissaggio di listelli fermavetro con fissaggio a punti e di portavetro devono essere disposti alle distanze indicate nella Tabella 79.

Tabella 79

--

7. Listelli con innesto a scatto possono essere utilizzati per il fissaggio di vetri solo nel caso in cui la struttura del manufatto metallico sia in grado di assorbire in sicurezza il carico del vetro senza che ne sia compromesso il perfetto assetto. Per i vetri di grande superficie i listelli con innesto a scatto non devono subire azioni trasmesse dai vetri.

8. Le impermeabilizzazioni esterne di elementi di riempimento di telai o battenti vanno eseguite con guarnizioni profilate conformi alla norma DIN 7863 „Guarnizioni profilate non a struttura cellulare in elastomero per la costruzione di finestre e di facciate - Condizioni tecniche di fornitura “. Gli angoli devono essere vulcanizzati o incollati.

9. In corrispondenza dell'intradosso i bancali esterni vanno rivoltati verso l'alto o vanno dotati di terminali. I giunti vanno realizzati con tenute a labirinto. Va tenuto conto della deformazione dovuta all'escursione termica.
10. Finestre e portefinestre devono essere agevolmente manovrabili in apertura e chiusura. Per la registrazione si terrà conto di ulteriori trattamenti superficiali. I battenti devono aderire perfettamente al telaio fisso in posizione chiusa e non devono strisciare durante il movimento.
11. Le parti di ferramenta soggette ad usura devono essere facilmente sostituibili.

### 21.3.7 Porte

1. Per le porte valgono per quanto applicabili le disposizioni del paragrafo 3.2.
2. Per le porte con battuta inferiore, l'altezza della stessa non deve essere inferiore a 5 mm.
3. Per le porte senza battuta inferiore, la misura del vuoto tra la superficie del pavimento e lo spigolo inferiore della porta non deve essere superiore a 8 mm.
4. Per le porte esterne esposte alle precipitazioni atmosferiche, lo zoccolo o la soglia vanno realizzate in maniera da non permettere l'afflusso di acqua verso l'interno.
5. Il telaio fisso di porte con dispositivo di tenuta a pavimento incassato va rinforzato in corrispondenza dei punti di appoggio.
6. In corrispondenza di serrature con una misura di spina inferiore a 55 mm, vanno impiegati pomolo decentrati o maniglie piegati a gomito.
7. Le sbarre distanziali di telai fissi di porte vanno rimosse dopo la posa degli stessi.

### 21.3.8 Facciate metalliche, vetrate e vetrine

1. Le facciate continue devono rispondere alla norma UNI EN 13830 „Facciate continue - Norma di prodotto“. Le facciate metalliche ventilate vanno eseguite in analogia a quanto previsto dall'UNI 11018 „Rivestimenti e sistemi di ancoraggio per facciate ventilate a montaggio meccanico - Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e la manutenzione - Rivestimenti lapidei e ceramici“.
2. Le vetrate con una superficie pari o superiore a 9 m<sup>2</sup> e con un lato di lunghezza superiore a 2000 mm, vanno dimensionate ed eseguite secondo le norme vigenti in materia di sicurezza delle costruzioni e di funzionalità.
3. Le vetrine con una superficie pari o superiore a 9 m<sup>2</sup> e con un lato di lunghezza superiore a 2000 mm, vanno dimensionate ed eseguite secondo le norme vigenti in materia di sicurezza delle costruzioni e di funzionalità.
4. Le vetrine, le bacheche e le costruzioni a vetrina vanno dimensionate in maniera da essere in grado di sopportare i carichi che agiscono su di esse in modo affidabile e durevole. Va tenuto debitamente conto del peso della vetratura e delle peculiarità di strutture a sbalzo.



5. Se i vetri sono uniti con pioli verticali, essi devono essere dotati di listelli fermavetro amovibili qualora

- l'altezza dei vetri sia maggiore di 2400 mm,
- le dimensioni dei singoli vetri sia maggiore di 5 m<sup>2</sup> oppure
- più di quattro vetri accostati siano uniti tra di loro con pioli.

I listelli fermavetro devono consentire la sostituibilità di ogni singolo vetro.

6. I vetri di bacheche e vetrine situate all'aperto devono essere ventilati.

7. Le strutture devono consentire il bloccaggio a regola d'arte dei vetri. I punti di bloccaggio vanno contrassegnati in maniera durevole.

8. I dispositivi di chiusura per le bacheche e le vetrine devono essere configurati in maniera tale che i ritagli nei telai occorrenti per la loro applicazione non riducano in misura eccessiva la rigidità alla flessione ed alla torsione dei telai.

9. Gli elementi in acciaio dell'intelaiatura non più accessibili dopo la posa in opera devono essere zincati a caldo.

10. Qualora siano ammesse intelaiature di legno, gli intagli finiti e le testate vanno trattati con idonee pitture protettive contro i funghi ed attacchi biologici.

### 21.3.9 Rivestimenti, controsoffitti metallici

1. I rivestimenti, i controsoffitti e simili devono essere a superficie piana. Eventualmente vanno utilizzati pezzi di compensazione, soprattutto per i controsoffitti.
2. Per i controsoffitti metallici va verificata la resistenza delle orditure e delle sospensioni, sia mediante calcolo che mediante prove.
3. In corrispondenza di dispositivi di manovra o di comando per impianti tecnici, i rivestimenti ed i controsoffitti devono essere dotati di elementi amovibili.
4. Gli elementi di rivestimento, fissati mediante dispositivi di bloccaggio a scatto, non devono uscire dai supporti sotto l'azione dei carichi incidenti.
5. I controsoffitti devono rispondere alla norma UNI EN 13964 „Controsoffitti – Requisiti e Metodo di prova“.

### 21.3.10 Pannelli sandwich per pareti verticali

#### NORME DI RIFERIMENTO

- UNI EN 10326** Nastri e lamiere di acciaio per impieghi strutturali rivestiti per immersione a caldo in continuo (condizioni tecniche di fornitura);
- UNI EN 10327** Nastri e lamiere di acciaio a basso tenore di carbonio rivestiti per immersione a caldo in continuo, per formatura a freddo (condizioni tecniche di fornitura);



**UNI EN 10143** Lamiere sottili e nastri di acciaio con rivestimento applicato per immersione a caldo in continuo - Tolleranze sulla dimensione e sulla forma.

Si tratta di pannelli compositi, prodotti con sistema in continuo e costituiti da due rivestimenti in lamiera metallica con interposto uno strato di schiuma isolante in poliuretano espanso iniettato ad alta pressione, adatti alla formazione di pareti verticali

Il rivestimento esterno ed interno potrà essere liscio o dotato di micronervature.

Le dimensioni caratteristiche dei pannelli sono le seguenti:

larghezza utile pannello 1000 mm;

passo delle micronervature della lamiera; 33 mm;

spessore del pannello: 30 / 40 / 50 / 60 / 80 / 100 mm

#### Tipo e qualità del materiale

Rivestimento metallico interno: lo spessore nominale potrà essere di: 0,4 / 0,5 / 0,6 mm, secondo le indicazioni dell'elenco prezzi.

Rivestimento metallico esterno: la finitura superficiale in acciaio zincato preverniciato sarà conforme alle norme UNI EN 10326, UNI EN 10327 e UNI EN 10143, e potrà avere i seguenti colori: rosso bruno, testa di moro e bianco grigio.

Il ciclo di verniciatura del lamierino comprenderà: un decapaggio della superficie metallica, seguito dalla stesura di uno strato di primer dello spessore di 5 micron su entrambi i lati e dall'applicazione, sul lato a vista, di uno strato di vernice in resina poliestere dello spessore di 18 / 20 micron.

La densità media della schiuma isolante sarà di  $35 \div 40 \text{ Kg/m}^3$ , con un contenuto minimo di celle chiuse del 95%.

La trasmittanza termica dei pannelli sarà:

spessore	$U = W/m^2 K$
30 mm	0,692
40 mm	0,532
50 mm	0,432
60 mm	0,364
80 mm	0,276
100 mm	0,223

#### Montaggio



I pannelli saranno montati su correnti di parete in metallo o legno predisposti ad interasse come previsto dalle condizioni di carico.

Il fissaggio dei pannelli all'orditura retrostante sarà eseguito mediante apposite viti in acciaio zincato o inox mordenti, autofilettanti, o automaschianti, in funzione del materiale utilizzato per l'orditura stessa. Il numero di viti da applicarsi sarà definito in ragione dei carichi di esercizio previsti dal progetto. In caso di montaggio su orditura metallica, dovrà essere predisposto un elemento di separazione non metallico tra pannello e corrente al fine di impedire l'insorgere di corrosione galvanica dovuta al contatto tra metalli diversi.

L'accoppiamento laterale tra i pannelli sarà realizzato con incastro delle estremità maschio/femmina del pannello stesso.

### 21.3.11 Pannelli sandwich per coperture

#### NORME DI RIFERIMENTO

- UNI EN 10326** Nastri e lamiere di acciaio per impieghi strutturali rivestiti per immersione a caldo in continuo (condizioni tecniche di fornitura);
- UNI EN 10327** Nastri e lamiere di acciaio a basso tenore di carbonio rivestiti per immersione a caldo in continuo, per formatura a freddo (condizioni tecniche di fornitura);
- UNI EN 10143** Lamiere sottili e nastri di acciaio con rivestimento applicato per immersione a caldo in continuo - Tolleranze sulla dimensione e sulla forma.

UNI 9003/2

UNI 9003/3

Si tratta di pannelli compositi, prodotti con sistema in continuo e costituiti da due rivestimenti in lamiera metallica con interposto uno strato di schiuma isolante in poliuretano espanso iniettato ad alta pressione, adatti per realizzare manti di copertura.

Il rivestimento esterno sarà grecato, quello interno potrà essere liscio o dotato di micronervature.

Le dimensioni caratteristiche dei pannelli sono le seguenti:

- lunghezza utile pannello 1000 mm;
- altezza della greca della lamiera esterna 40 mm;
- passo delle greche della lamiera esterna 250 mm;
- passo delle micronervature della lamiera interna; 50 mm;
- spessore del pannello (greche escluse): 30 / 40 / 50 / 60 / 80 / 100 mm

#### Tipo e qualità del materiale

Rivestimento metallico:



lega di alluminio tipo 3003÷ 3004÷ 3103 secondo norme UNI 9003/2 e UNI 9003/3, stato fisico H14÷H29 in base allo spessore. Lo spessore utilizzato è di: 0,4 – 0,5 – 0,6 – 0,7 mm.

acciaio zincato. Lo spessore utilizzato è di: 0,5 mm.

rame. Lo spessore utilizzato è di: 0,6 mm.

Finitura superficiale potrà essere:

liscio naturale – preverniciato sul lato a vista e con primer sul lato opposto.

preverniciata è nel colore standard: rosso bruno – testa di moro – bianco grigio.

Il ciclo di verniciatura sarà costituito da decapaggio della superficie metallica, seguito dalla stesura di uno strato di primer dello spessore di 5 micron su entrambi i lati; infine sarà applicato sul lato a vista uno strato di vernice in resina poliestere dello spessore di 18 micron.

Il riempimento interno delle due lastre sarà eseguito con schiuma isolante di densità media 35 ÷ 40 Kg/m<sup>3</sup>, con un contenuto minimo di celle chiuse del 95%.

La trasmittanza termica dei pannelli sarà:

spessore	U = W/m <sup>2</sup> K
30 mm	0,692
40 mm	0,532
50 mm	0,432
60 mm	0,364
80 mm	0,276
100 mm	0,223

#### Montaggio

I pannelli saranno montati in massima pendenza di falda (pendenza minima 10%), su correnti in metallo o legno predisposti ad interasse come previsto dalle condizioni di carico.

Il fissaggio dei pannelli all'orditura sottostante viene eseguito mediante apposite viti in acciaio zincato o inox mordenti, autofilettanti o automaschianti, in funzione del materiale utilizzato per l'orditura stessa, dotate di rondelle coniche e guarnizioni di tenuta in elastomero EPDM. In caso di montaggio su orditura metallica, deve essere predisposto un elemento di separazione non metallico tra pannello e corrente al fine di impedire l'insorgere di corrosione galvanica dovuta al contatto tra metalli diversi.

Il sormonto laterale tra i pannelli viene realizzato con la sovrapposizione delle estremità maschio e femmina del pannello stesso, con un interasse risultante tra i pannelli di 1000 mm. I pannelli vengono montati in pezzo unico da colmo a gronda fino a lunghezze di 12 metri, salvo diverse prescrizioni per condizioni particolari; per lunghezze di falda maggiori possono essere realizzati sormonti longitudinali

con sovrapposizione compreso tra 150 e 300 mm in funzione della pendenza di falda e delle condizioni di innevamento. Tutte le misure si intendono valutate in effettivo sviluppo di falda.

#### **21.3.12 Coperture, pensiline, protezioni solari fisse**

1. Per limitare la trasmissione di rumore verso la costruzione, i punti di fissaggio di ogni elemento vanno dotati di inserti fonoassorbenti.
2. Per le schermature frangisole con elementi regolabili, tutti i meccanismi e gli snodi devono essere manovrabili agevolmente.
3. Per fissare le distanze reciproche tra braccetti a sbalzo, i braccetti stessi vanno collegati in maniera affidabile al profilo di bordo. Le deformazioni del profilo di bordo non devono compromettere la disposizione delle lamelle. Se necessario vanno inseriti giunti di dilatazione.

#### **21.3.13 Telai**

1. I telai vanno eseguite con lamiere d'acciaio piegate a freddo, con spessore minimo di 1,5 mm.
2. Intagli per scrocchi, catenacci, perni di chiusura e di bloccaggio devono essere coperti in maniera che materiali da costruzione, come malta ed altri, non possano penetrare nei fori della piastrina di chiusura.
3. Le zanche d'ancoraggio vanno posizionate in maniera di consentire che le azioni esercitate dalle cerniere e dalle chiusure vengano trasmesse sul manufatto. Per le porte fino a 1250 mm di larghezza, su tutti due gli intradossi vanno disposte almeno 3 zanche. Per larghezze da 1250 a 1500 mm in aggiunta va posata una zanca al centro dell'architrave, e per larghezze da 1500 a 2500 mm in aggiunta vanno posate 2 zanche nell'architrave, ad una distanza di rispettivamente 400 mm dalla mezzeria.
4. I telai realizzati con profili portanti ad altezza di piano costituenti i montanti per pareti a struttura leggera, vanno eseguiti con raccordi con le pareti stesse e con fissaggi registrabili a soffitto ed a pavimento.
5. I telai a squadra devono essere dotati per il montaggio di almeno una barra distanziatrice in profilato angolare ed i telai perimetrali di almeno due di esse. Le barre distanziatrici devono essere smontabili facilmente. Esse non devono essere rimosse se non dopo il perfetto indurimento del bloccaggio. Le barre distanziatrici disposte sopra la superficie del pavimento, devono essere rimosse senza lasciare difetti in vista.

#### **21.3.14 Ante per porte**

1. Le definizioni di cui ai punti da 3.8.2 a 3.8.5 valgono per le ante di porte, per le quali, secondo le norme vigenti, non sono richieste certificati di prova o di omologazione.

2. Le ante di porte devono essere resistenti alla torsione ed alla flessione. I pannelli con aperture, per es. per finestre, vanno rinforzati con un'intelaiatura perimetrale.
3. Lo spessore della lamiera, in caso di esecuzione ad una sola parete, deve essere non inferiore a 2 mm, in caso di esecuzione a parete doppia senza riempimento, deve essere non inferiore a 1,5 mm.
4. Le ante di porte a parete doppia devono essere rinforzati in corrispondenza della chiusura e delle cerniere in maniera da consentire la trasmissione sicura azioni prevedibili. Esse vanno realizzate in maniera da impedire la penetrazione di getti d'acqua o di acqua piovana all'interno dei battenti.
5. Le ferramenta di pannelli in alluminio, in altri metalli non ferrosi e in acciaio inossidabile, devono essere resistenti alla corrosione.

#### **21.3.15 Portoni, sportelli**

1. I portoni devono poter essere bloccati in posizione di completa apertura. I battenti devono essere resistenti alla torsione ed alla flessione. Le barre di chiusura devono bloccare i battenti e devono correre in apposite guide.
2. Le ante di portoni a libro e di portoni scorrevoli a libro, devono risultare perfettamente parallele tra di loro in posizione aperta.
3. Ante scorrevoli con guide superiori devono essere registrabili anche dopo il montaggio.
4. Portelle per canne fumarie con manovra a mano, devono essere azionabili facilmente. La forza di azionamento non deve essere superiore a 300 N.
5. I portoni senza particolari esigenze di protezione contro gli incendi e i fumi, devono rispondere alla norma di prodotto UNI EN 13241-1 „Porte e cancelli industriali, commerciali e da garage - Norma di prodotto - Prodotti senza caratteristiche di resistenza al fuoco o controllo del fumo”.

#### **21.3.16 Cancelli estensibili**

1. I montanti di cancelli estensibili devono essere perfettamente verticali sia in posizione chiusa che in posizione raccolta.
2. L'interasse tra i montanti in posizione chiusa non deve essere superiore a 120 mm.
3. I cancelli estensibili devono essere dotati di guide inferiore e superiore. Se la guida inferiore è ribaltabile verso l'alto, dopo l'apertura non devono rimanere degli elementi sporgenti dal pavimento.
4. I montanti portanti di cancelli estensibili ed almeno ogni 6° montante devono essere dotati di rulli o cuscinetti.
5. I cancelli estensibili con altezza fino a 2400 mm vanno dotate di due armoniche, quelle con altezza maggiore di tre.

#### **21.3.17 Piattaforme di lavoro, passerelle, coperture, griglie**

1. Le piattaforme di lavoro fisse vanno eseguite secondo la UNI EN ISO 14122-2 „Sicurezza del macchinario - Mezzi di accesso permanenti al macchinario - Piattaforme di lavoro e corridoi di passaggio“.
2. Le coperture e le griglie da alloggiare su telai devono appoggiare in piano e senza svergolamenti.  
Le coperture e le griglie devono essere bloccate nella loro posizione.
3. I telai devono essere dimensionati per le parti in risalto dal supporto in base alle azioni incidenti.
4. Nelle aree accessibili le coperture, le griglie, le piattaforme di lavoro e le passerelle devono essere realizzate con superficie antisdrucciolo, agibile in perfetta sicurezza.  
Le maniglie e le cerniere di chiusure a ribalta disposte in aree accessibili, devono essere incassate a scomparsa.

#### **21.3.18 Scale, scale a castello, scale a pioli fisse, corrimano, parapetti, protezioni perimetrali**

1. Le scale, i corrimano e i parapetti vanno realizzati in particolare secondo le seguenti norme:
  - UNI 10803 Scale prefabbricate – Terminologia e classificazione
  - UNI 10804 Scale prefabbricate – Rampe di scale a giorno – Dimensioni e prestazioni meccaniche
  - UNI 10805 Ringhiere, balaustre o parapetti prefabbricati - Determinazione della resistenza meccanica a carico statico di colonne e colonne-piantone
  - UNI 10806 Ringhiere, balaustre o parapetti prefabbricati - Determinazione della resistenza meccanica ai carichi statici distribuiti.
  - UNI 10807 Ringhiere, balaustre o parapetti prefabbricati - Determinazione della resistenza meccanica ai carichi dinamici
  - UNI 10808 Ringhiere, balaustre o parapetti prefabbricati - Determinazione della resistenza meccanica ai carichi statici concentrati sui pannelli
  - UNI 10809 Ringhiere, balaustre o parapetti prefabbricati - Dimensioni, prestazioni meccaniche e sequenza delle prove
  - UNI 10810 Scale prefabbricate - Rampe di scale a giorno - Determinazione della resistenza meccanica ai carichi statici distribuiti
  - UNI 10811 Scale prefabbricate - Rampe di scale a giorno - Determinazione della resistenza meccanica ai carichi dinamici
  - UNI 10812 Scale prefabbricate - Flessione dei gradini - Metodo di prova
  - UNI 10959 Scale prefabbricate - Scale a chiocciola - Resistenza meccanica ai carichi

- UNI 11017 Scale prefabbricate, ringhiere, balaustre e parapetti - Ruoli, compiti e responsabilità nella posa in opera
  - UNI 11019 Scale prefabbricate - Requisiti aggiuntivi per garantire la compatibilità con l'installazione di impianti servoscala
  - UNI EN ISO 14122-3 Sicurezza del macchinario - Mezzi di accesso permanenti al macchinario - Scale, scale a castello e parapetti
2. Le pedate devono essere antisdrucciolevoli ed essere agibili in condizioni di perfetta sicurezza.
  3. Le scale a castello fisse e le scale a pioli in acciaio vanno eseguite in particolare secondo le seguenti norme:
    - UNI EN 131-1 Scale. Terminologia, tipi, dimensioni funzionali. UNI EN 131-2 Scale. Requisiti, prove, marcatura, e secondo le norme vigenti in materia di sicurezza, per quanto applicabili UNI EN ISO 14122-4 „Sicurezza del macchinario - Mezzi di accesso permanenti al macchinario - Parte 4: Scale fisse
  4. Gli accessori per l'impiego di dispositivi di protezione per gli accessi devono rispondere alla norma UNI EN 353-1 „Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto - Dispositivi anticaduta di tipo guidato comprendenti una linea di ancoraggio rigida“.
  5. Tutte le componenti di corrimano vanno ripulite da sbavature; le giunzioni saldate vanno rettificare. Profilati compositi non devono essere imbullonati dall'alto.
  6. I riempimenti ed i montanti di parapetti e recinzioni vanno realizzate in maniera che sia garantita la sicurezza del traffico e siano rispettate le norme vigenti in materia di sicurezza e le prescrizioni dei regolamenti edilizi locali.
  7. Le inferriate antiintrusione devono essere dotate di un telaio perimetrale oppure di barre trasversali portanti; esse vanno saldate ed ancorate in maniera adeguata.

#### **21.3.19 Attrezzi fissi da ginnastica e da gioco**

Gli attrezzi da ginnastica e da gioco vanno realizzati secondo le norme da UNI EN 1176-1 fino a UNI EN 1176-6 „Attrezzature per aree da gioco“ e secondo le altre norme vigenti in materia di sicurezza.

#### **21.3.20 Manufatti in lamiera, minuteria**

1. Lamiere alloggiare in telai devono essere inserite senza essere sforzi o distorsioni.
2. Gli spigoli tagliati in vista vanno sbavati. I bordi delle lamiere di spessore inferiore a 1 mm vanno rivoltati o profilati.
3. I rivetti vanno applicati ad una distanza adeguata dai bordi, in modo da impedire la formazione di imbarcamenti o svergolature. I fori di chiodatura vanno sbavati prima dell'introduzione dei rivetti.
4. Le chiodature ed i rivetti devono avere teste ribattute prive di sbavature.





5. Gli elementi in ferro battuto a mano devono essere forgiati o battuti a mano in tutte le loro parti. Essi non potranno essere lavorati mediante asporto di materiale.

## **21.4 PRESTAZIONI ACCESSORIE, PRESTAZIONI PARTICOLARI**

### **21.4.1 Prestazioni accessorie**

Prestazioni accessorie, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.4.1, sono in particolare:

1. Montaggio e smontaggio nonché messa a disposizione dei ponteggi i cui piani di lavoro si trovino ad una quota non superiore a 2 m sopra il piano di campagna o sopra il pavimento.
2. Consegna di disegni per i fori di ancoraggio necessari per il fissaggio di porte, portoni, finestre e simili o la tracciatura dei fori di ancoraggio per la loro successiva realizzazione.
3. Realizzazione di singoli campioni, qualora possano essere riutilizzati per l'esecuzione dei lavori.
4. Fornitura di elementi di fissaggio e collegamento, per es. tiranti, viti.
5. Montaggio e fissaggio di porte, portoni, telai, finestre e simili compresi gli elementi di raccordo, ad eccezione delle prestazioni di cui al punto 17.4.2.4.
6. Tutti gli oneri risultanti dalla raccolta ordinata dei documenti necessari e l'esecuzione delle prove necessarie,

### **21.4.2 Prestazioni particolari**

Prestazioni particolari, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.4.2, sono per esempio:

1. Messa a disposizione di locali di soggiorno e di deposito, qualora il committente non metta a disposizione dei locali che si possano facilmente rendere chiudibili a chiave.
2. Montaggio e smontaggio nonché messa a disposizione dei ponteggi i cui piani di lavoro si trovino ad una quota più alta di 2m sopra il piano campagna o il pavimento.
3. Realizzazione di fori e cavità nella muratura, nel calcestruzzo e simili, per il fissaggio porte, portoni, finestre, telai e simili.
4. Bloccaggio con malta di ancoraggi e finiture murarie sul perimetro di telai fissi e di controtelai.
5. Verifica dell'idoneità per le condizioni climatiche, chimiche o fisiche del materiale da impiegare e della struttura in presenza di particolari esposizioni o carichi connessi con la particolare posizione del sito.
6. Fornitura di disegni esecutivi di dettaglio oltre quanto previsto al punto 17.3.1.1.3.

## 21.5 CONTABILIZZAZIONE

Ad integrazione di quanto indicato nelle "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia" – punto 1.5, vale quanto segue:

### 21.5.1 Generalità

1. La determinazione della prestazione, indipendentemente se avviene secondo il disegno o per misurazione, avviene in base ai seguenti criteri:
  - a. Per finestre, porte e simili: le misure vengono rilevate sull'estradosso del telaio.
  - b. Per rivestimenti di pareti e soffitti
    - i. su superfici senza elementi costruttivi delimitanti, le loro dimensioni effettive,
    - ii. su superfici con elementi costruttivi delimitanti, le dimensioni delle superfici da rivestire misurate fino agli elementi delimitanti intonacati, coibentati o rivestiti.
    - iii. per le facciate, le misure effettive del rivestimento.
  - c. Per altri elementi metallici le misure finite effettive.
2. Per di elementi singoli da contabilizzare a superficie (m<sup>2</sup>) vengono considerate le misure del minimo rettangolo circoscritto.
3. I rivestimenti di intradossi di aperture, rientranze e nicchie con superficie singola maggiore di 2,5 m<sup>2</sup>, se non disposto diversamente, vengono contabilizzati a parte.
4. Le superfici del vano di nicchie (fondo e fiancate), se non disposto diversamente, vengono contabilizzate a parte indipendentemente dalla loro dimensione.
5. Per opere da contabilizzare a lunghezza (m) viene considerata la loro lunghezza massima, anche per profilati con tagli obliqui o intagliati. Per i profilati curvi verrà considerata lo sviluppo massimo.
6. Per opere da contabilizzare a massa (kg) valgono i seguenti criteri:
  - a. Per la contabilizzazione verranno considerati:
    - per profilati normalizzati, la massa unitaria secondo le norme,
    - per gli altri profilati, la massa riportata nelle schede tecniche del produttore,
    - per lamiere e bandelle:
      - in acciaio 7,85 kg,
      - in acciaio inossidabile 7,9 kg,
      - in alluminio 2,7 kg
      - in rame, ottone 9 kg
      - in piombo e leghe di piombo 11,4 kg
      - in zinco e leghe di zinco 6,9 kg (colato) e 7,2 kg (laminato)



- per i pezzi speciali in acciaio, la densità di  $7,85 \text{ kg/dm}^3$  e per quelli in ghisa (ghisa grigia), la densità di  $7,25 \text{ kg/dm}^3$ .
- b. Per la manufatti minuti metallici con massa singola fino a 15 kg, la massa può essere rilevata mediante pesatura.
- c. Non si tiene conto della massa degli accessori e dei materiali per le unioni, per es. bulloni, viti, rivetti, saldature.
- d. Non si tiene conto della massa dei rivestimenti di protezione dalla corrosione, per es. della zincatura a caldo.

#### **21.5.2 Vengono portate in detrazione:**

1. Per opere da contabilizzare a superficie ( $\text{m}^2$ ):

Le aperture, rientranze e nicchie in pareti e soffitti con superficie singola maggiore di  $2,5 \text{ m}^2$ , e quelle in pavimenti, con superficie singola maggiore di  $0,5 \text{ m}^2$ .

## **22 LAVORI DI PROTEZIONE CONTRO LA CORROSIONE DI OPERE IN ACCIAIO**

---

### **22.1 CAMPO DI APPLICAZIONE**

1. Le presenti DTC „Lavori di protezione contro la corrosione di opere in acciaio" si applicano per i lavori di protezione contro la corrosione di manufatti e di opere in acciaio, per le quali sia richiesta una verifica di resistenza o un'omologazione. Esse valgono anche per la protezione contro la corrosione in collegamento con la protezione costruttiva contro gli incendi nonché per la zincatura a caldo e per la spruzzatura termica di metalli.
2. A titolo integrativo sono applicabili le DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punti da 1.1 a 1.5. In caso di discordanza prevalgono le presenti prescrizioni specifiche.

### **22.2 MATERIALI, ELEMENTI COSTRUTTIVI**

Ad integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.2, vale quanto segue:

Per i principali materiali ed elementi costruttivi normalizzati vengono citate in particolare le seguenti norme tecniche di riferimento.

#### **22.2.1 Requisiti**

1. UNI EN ISO 1461 Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio - Specificazioni e metodi di prova
2. UNI EN ISO 2063 Spruzzatura termica – Rivestimenti metallici e altri rivestimenti inorganici – Zinco, alluminio e loro leghe.
3. UNI EN ISO 12944-5 Pitture e vernici — Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura – Parte 5: Sistemi di verniciatura protettiva
4. UNI EN ISO 12944-7 Pitture e vernici — Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura – Parte 7: Esecuzione e sorveglianza dei lavori di verniciatura

### **22.3 ESECUZIONE**

A completamento di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 3, vale quanto segue:

### 22.3.1 Generalità

1. Nel corso delle proprie verifiche l'Appaltatore dovrà formulare le proprie obiezioni, in particolare nei seguenti casi:
  - scostamento dello stato di fatto dalle indicazioni di progetto;
  - rilevante insudiciamento della superficie,
  - insufficiente adesione delle pitture o dei rivestimenti esistenti,
  - insufficiente indurimento su tutto lo spessore delle pitture esistenti,
  - crepe, bolle, sfarinamenti e simili riscontrabili nelle pitture o nei rivestimenti esistenti,
  - condizioni ambientali non idonee,
  - condizioni climatiche non adatte (vedi punto 3.1.3),
  - zincatura prescritta per manufatti e per strutture la cui configurazione non è adatta e tale trattamento.
2. La scelta delle procedure di preparazione della superficie e di applicazione delle pitture e dei materiali correlati spettano all'appaltatore; le procedure vanno comunicate al committente prima dell'esecuzione.
3. In presenza di condizioni atmosferiche non adatte, ad esempio in caso di applicazione di pitture su superfici, la cui temperatura è di meno di 3 K sopra il punto di rugiada dell'aria dell'ambiente in questione, dovranno essere concordate con il Committente idonee misure particolari. Le misure da adottare costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 18.4.2.4).
4. Per l'esecuzione valgono in particolare le seguenti prescrizioni:
  - D.M. Infrastrutture e Trasporti 17 gennaio 2018 Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni
  - D.M. Infrastrutture e trasporti 31 Luglio 2012 Approvazione delle Appendici nazionali recanti i parametri tecnici per l'applicazione degli Eurocodici
  - UNI EN ISO 1461 Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio - Specificazioni e metodi di prova;
  - UNI EN ISO 2063 Spruzzatura termica – Rivestimenti metallici e altri rivestimenti inorganici – Zinco, alluminio e loro leghe.
  - UNI EN ISO 12944-4 Pitture e vernici — Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura – Tipi di superfici e loro preparazione
  - UNI EN ISO 12944-5 Pitture e vernici — Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura – Parte 5: Sistemi di verniciatura protettiva
  - UNI EN ISO 12944-7 Pitture e vernici — Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura – Esecuzione e sorveglianza dei lavori di verniciatura
  - UNI EN ISO 2808 Pitture e vernici - Determinazione dello spessore del film.

### 22.3.2 Nuova protezione

La superficie deve essere predisposta per il grado di preparazione Sa 2½ secondo la norma UNI EN ISO 12944-4; il rivestimento deve rispondere ai requisiti del sistema di protezione contro la corrosione definito dal Committente.

### 22.3.3 Riparazione

Le parti incoerenti del rivestimento protettivo devono essere rimosse con impiego di attrezzature motorizzate secondo la norma UNI EN ISO 12944-4; le superfici di applicazione devono essere irruvidite e rivestite secondo i requisiti del sistema di protezione.

Superfici con corrosione passante devono essere predisposte per il grado di preparazione PMA secondo la norma UNI EN ISO 12944-4; il rivestimento deve rispondere ai requisiti del sistema di protezione contro la corrosione prescelto.

Lo spessore del rivestimento nelle zone riparate deve corrispondere a quello nelle zone intatte.

### 22.3.4 Rifacimento parziale

Tutta la superficie deve essere pulita mediante getto d'acqua secondo la norma UNI EN ISO 12944-4. Parti difettose devono essere trattate secondo il punto 3.3. Tutta la superficie deve essere rivestita con una mano di pittura coprente secondo la norma UNI EN ISO 12944-5.

### 22.3.5 Rifacimento totale

La superficie deve essere predisposta per il grado di preparazione Sa 2½ secondo la norma UNI EN ISO 12944-4; il rivestimento deve rispondere ai requisiti del sistema di protezione contro la corrosione prescelto.

### 22.3.6 Zincatura a caldo

Per l'esecuzione della zincatura a caldo valgono le prescrizioni della norma UNI EN ISO 1461.

### 22.3.7 Spruzzatura termica

Per l'esecuzione della spruzzatura termica valgono le prescrizioni della norma UNI EN ISO 2063.

### 22.3.8 Verniciature di superfici zincate

La preparazione della superficie e l'applicazione della pittura e dei prodotti correlati devono essere eseguiti sulla base dei requisiti del sistema di protezione definito dal committente.

### 22.3.9 Sistemi protettivi contro l'incendio mediante vernici intumescenti

Per i sistemi protettivi contro l'incendio mediante vernici intumescenti valgono le prescrizioni secondo omologazione. Su vernici intumescenti non potranno essere applicate altre pitture, che non siano compatibili con le prescrizioni dell'omologazione.

#### 22.3.10 Superfici di riferimento

1. L'appaltatore dovrà definire con il committente la posizione nell'ambito delle opere ed il tempo della predisposizione delle superfici di riferimento concordate.
2. L'appaltatore ha facoltà di predisporre superfici di riferimento per suo conto. La posizione nell'ambito delle opere ed i tempi della predisposizione vanno concordati col committente.

## 22.4 PRESTAZIONI ACCESSORIE, PRESTAZIONI PARTICOLARI

### 22.4.1 Prestazioni accessorie

Prestazioni accessorie, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 4.1. sono in particolare:

1. Verifica dello stato delle strade, della superficie del terreno, dei canali di raccolta ecc., prima dell'inizio dei lavori
2. Montaggio e smontaggio nonché messa a disposizione dei ponteggi i cui piani di lavoro si trovino ad una quota non superiore a 2 m sopra il piano di campagna o sopra il pavimento.
3. Protezione di parti di strutture e di impianti contro impurità e danneggiamento durante i lavori i lavori di protezione contro la corrosione, mediante semplici coperture, teli sospesi o avvolgimenti, escluse le prestazioni di cui al paragrafo 18.4.2.4.
4. Asporto di polvere e di impurità sciolte presenti sui supporti da trattare e loro regolare smaltimento.
5. Predisposizione di superfici di riferimento ai sensi della norma UNI EN ISO 12944-7.
6. Predisposizione di fino a 5 superfici campioni di pitture.
7. Marcatura della pittura, applicata sulla parte verniciata.

### 22.4.2 Prestazioni particolari

Prestazioni particolari, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 18.4.2, sono per esempio:

1. Pulizia del supporto da rilevanti impurità, come residui di gesso, residui di malta, olio, residui di vernici, qualora non siano imputabili all'Appaltatore.
2. Preparazione delle superfici di mani di base ed intermedie prima dell'applicazione delle pitture successive, nella misura in cui tali operazioni non siano addebitabili all'appaltatore.

3. Montaggio e smontaggio nonché messa a disposizione dei ponteggi i cui piani di lavoro si trovino ad una quota maggiore di 2 m sopra il piano campagna o il pavimento.
4. Misure per la protezione da condizioni climatiche avverse secondo il punto 3.1.3.
5. Provvedimenti particolari per la protezione di elementi costruttivi o di componenti degli impianti nonché di arredi, ad esempio mediante mascheratura di apparecchiature delicate e tecniche, diaframmi contro la polvere, tettoie o ripari chiusi, impiego di impianti di aspirazione o di filtraggio.
6. Asporto dalle zone di competenza del committente e smaltimento di materiali composti risultanti dalle procedure adottate e di rifiuti, per es. in caso di lavori di sabbatura.
7. Messa a disposizione di locali di soggiorno e di deposito, qualora il committente non metta a disposizione dei locali che si possano facilmente chiudere a chiave.
8. Rimozione e successiva posa in opera di griglie, pavimentazioni, lastre di copertura e simili.
9. Disolatura di collegamenti bullonati.
10. Verniciatura aggiuntiva di spigoli, giunti saldati ed elementi di unione, per es. bulloni, chiodi.

## 22.5 CONTABILIZZAZIONE

Ad integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia" – punto 5. vale quanto segue:

### 22.5.1 Generalità

1. La determinazione della prestazione, indipendentemente se avviene secondo disegno o mediante misurazione, avviene in base alle dimensioni delle superfici da trattare.
2. La determinazione della prestazione avviene, per gli elementi normalizzati, in base ai dati contenuti nelle norme ovvero per elementi d'altro tipo in base ai dati delle schede tecniche dei produttori nonché in base alle distinte dei materiali.
3. Le dimensioni vengono rilevate lungo lo sviluppo maggiore, per esempio per i tubi in base alla misura dell'estradosso.
4. Per opere da contabilizzare a lunghezza (m) non vengono operate detrazioni per intersezioni, sovrapposizioni, elementi emergenti e simili.
5. Per tubazioni non vengono operate detrazioni per apparecchiature, flange e simili; le apparecchiature con le loro flange nonché le ulteriori flange vengono contabilizzate a parte in base al numero (pz).
6. Per opere da contabilizzare a superficie (m<sup>2</sup>), la superficie di ringhiere, griglie e grate viene calcolata solo su una faccia (superficie del prospetto).



7. Per opere da contabilizzare a massa (kg, t), non si detrae la massa di singoli elementi le cui superfici non siano state trattate, per intero o in parte, per motivi tecnici, per es. di piedi di appoggio immurati.
8. Per opere da contabilizzare a numero (pz) come portoni, porte, finestre e simili, divergenze fra le dimensioni del pezzo secondo elenco delle prestazioni e quelle del pezzo eseguito, fino a 5 cm in altezza ed in larghezza nonché fino a 3 cm in profondità non comportano la modifica del prezzo.
9. Per opere da contabilizzare a massa (kg, t), saranno considerati i seguenti dati:
  - per i profili unificati, la massa unitaria secondo le norme vigenti,
  - per gli altri profili, la massa unitaria da cataloghi o schede tecniche del produttore,
  - per lamiere e nastri
  - di acciaio, la massa di 7,85 kg/m<sup>2</sup>,
  - di acciaio inossidabile, la massa di 7,90 kg/m<sup>2</sup>,
  - di alluminio, la massa di 2,7 kg/m<sup>2</sup>per ogni mm di spessore.  
Non saranno considerati nella contabilizzazione gli elementi di connessione, per es. bulloni, chiodi, saldature.
10. Per la contabilizzazione della zincatura a massa (kg, t), sarà considerata la massa delle strutture o di manufatti in acciaio protetti mediante zincatura.

## **22.5.2 Vengono portati in detrazione:**

### **22.5.2.1 Per opere da contabilizzare a superficie (m<sup>2</sup>):**

Sovrapposizioni, fori, compenetrazioni e simili con estensione del singolo elemento superiore a 0,1 m<sup>2</sup>.

### **22.5.2.2 Per opere da contabilizzare a lunghezza (m):**

Interruzioni con lunghezza maggiore di 1 m.

## 23 OPERE MURARIE

---

### 23.1 CAMPO DI APPLICAZIONE

1. Le presenti DTC "Opere murarie" si applicano per la realizzazione di muratura di ogni tipo in mattoni o blocchi e per impermeabilizzazioni e isolamenti per murature a più strati e pavimenti in mattoni murati.
2. Le DTC "Opere murarie" non si applicano a:
  - muratura in blocchi di pietra naturale,
  - posa in opera di manufatti in lapidei agglomerati,
  - opere a secco nonché
  - sistemi compositi di isolamento termico.
3. A titolo integrativo sono applicabili le DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia" (punti da 1.1 a 1.5). In caso di discordanza prevalgono le prescrizioni specifiche delle presenti DTC.

### 23.2 MATERIALI, ELEMENTI COSTRUTTIVI

Ad integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.2, vale quanto segue:

Per i principali materiali ed elementi costruttivi normalizzati di più comune utilizzo vengono citate in particolare le seguenti norme tecniche di riferimento:

#### 23.2.1 Pietre naturali

Le pietre naturali devono essere resistenti agli agenti atmosferici, di sufficiente resistenza a compressione e lavorati secondo la stratificazione e non devono presentare fessure, screpolature, rotture, scagliature, inclusioni scistose e simili.

#### 23.2.2 Pietre artificiali

- Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 17 gennaio 2018 Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni
- D.M. Infrastrutture e trasporti 31 Luglio 2012 Approvazione delle Appendici nazionali recanti i parametri tecnici per l'applicazione degli Eurocodici
- Decreto del Min. Int. 09.03.2007 Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo nazionale dei vigili del fuoco.

- Decreto del Min. Int. 16.02.2007 Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione.
- UNI 9730-1 Elementi di laterizio per solai. Terminologia e classificazione.
- UNI 9730-2 Elementi di laterizio per solai. Limiti di accettazione.
- UNI 9730-3 Elementi di laterizio per solai. Metodi di prova.
- UNI EN 771-1 Specifica per elementi per muratura - Parte 1: Elementi di laterizio per muratura
- UNI EN 771-2 Specifica per elementi per muratura - Parte 2: Elementi di silicato di calcio per muratura
- UNI EN 771-3 Specifica per elementi per muratura - Parte 3: Elementi di calcestruzzo vibrocompresso (aggregati pesanti e leggeri) per muratura
- UNI EN 771-4 Specifica per elementi per muratura - Parte 4: Elementi di calcestruzzo aerato autoclavato per muratura

Norme della serie

- UNI EN 772 Metodi di prova per elementi di muratura  
Norme della serie
- UNI EN 1052 Metodi di prova per muratura
- UNI EN 1457 Camini – Condotti interni di terracotta/ ceramica – Requisiti e metodi di prova
- UNI EN 1745 Muratura e prodotti per muratura – Metodi per determinare i valori termici di progetto
- UNI EN 1806 Camini – Blocchi di laterizio/ceramica per camini a parete singola – Requisiti e metodi di prova
- UNI EN 1858 Camini – Componenti – Blocchi di calcestruzzo Norme della serie
- UNI EN 1996 Eurocodice 6 – Progettazione delle strutture di muratura

Norme della serie

- UNI EN 1998 Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica
- UNI EN 12446 Camini – Componenti – Elementi esterni di calcestruzzo
- UNI EN 13069 Camini – Rivestimenti esterni di terracotta/ceramica per sistemi di camini – Requisiti e metodi di prova

Norme della serie

- UNI EN 13084 Camini strutturalmente indipendenti

Norme della serie

- UNI EN 13501 Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione
- UNI EN 13063-1 Camini - Sistemi camino con condotti interni di terracotta/ceramica - Parte 1: Requisiti e metodi di prova per la resistenza al fuoco da fuliggine

### 23.2.3 Lastre

- Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 17 gennaio 2018 Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni
- D.M. Infrastrutture e trasporti 31 Luglio 2012 Approvazione delle Appendici nazionali recanti i parametri tecnici per l'applicazione degli Eurocodici
- UNI EN 12859 Blocchi di gesso – Definizioni, requisiti e metodi di prova

### 23.2.4 Materiali coibenti e di riempimento

- UNI 5958 Prodotti di fibre minerali per isolamento termico ed acustico. Termini e definizioni.
- UNI 6262 a UNI 6265 e UNI 6267 Prodotti di fibre di vetro per isolamento termico ed acustico. Tolleranze dimensionali e relative determinazioni
- UNI 6484 Prodotti di fibre di vetro per isolamento termico ed acustico. Determinazione del diametro medio delle fibre mediante microscopio.
- UNI 6485 Prodotti di fibre di vetro per isolamento termico ed acustico. Feltri resinati e pannelli. Determinazione della densità apparente.
- UNI 6538 e da UNI 6541 a UNI 6543 e da UNI 6545 a
- UNI 6547 Prodotti di fibre di vetro per isolamento termico ed acustico.
- UNI 9299 Fibre minerali. Pannelli resinati semirigidi per isolamento termico. Criteri di accettazione.
- UNI 9714 Pannelli a base di legno. Pannelli di lana di legno. Tipi, caratteristiche e prove.
- UNI ISO 2509 Agglomerati espansi puri di sughero assorbenti acustici in piastrelle. Norme della serie
- UNI EN 622 1-5 Pannelli di fibra di legno – Specifiche
- UNI EN 826 Isolanti termici per edilizia – Determinazione del comportamento a compressione
- UNI EN 12431 Isolanti termici per edilizia – Determinazione dello spessore degli isolanti per pavimenti galleggianti
- UNI EN 13162 a
- UNI EN 13171 Isolanti termici per edilizia
- UNI EN 13494 a
- UNI EN 13497 Isolanti termici per edilizia
- UNI EN 13820 Isolanti termici per edilizia - Determinazione del contenuto di sostanza organica

### 23.2.5 Malta

- Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 17 gennaio 2018 Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni
- D.M. Infrastrutture e trasporti 31 Luglio 2012 Approvazione delle Appendici nazionali recanti i parametri tecnici per l'applicazione degli Eurocodici

Norme della serie

- UNI EN 480 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione – Metodi di prova

Norme della serie

- UNI EN 934 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione
- UNI EN 998-2 Specifiche per malte per opere murarie – Malte da muratura

Norme della serie

- UNI EN 1015 Metodi di prova per malte per opere murarie
- UNI EN 13055-1 Aggregati leggeri – Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione
- UNI EN 13139 Aggregati per malta

### 23.2.6 Acciaio

- Decreto del Min. Infr. e Trasp. 17 gennaio 2018 Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni.
- UNI 10622 Barre e vergella (rotoli) di acciaio d'armatura per cemento armato, zincati a caldo.
- UNI EN 10080 Acciaio d'armatura per calcestruzzo – Acciaio d'armatura saldabile – Generalità.

## 23.3 ESECUZIONE

A completamento di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.3, vale quanto segue:

### 23.3.1 Generalità

1. Nel corso delle proprie verifiche l'Appaltatore dovrà formulare le proprie obiezioni in particolare nei seguenti casi:
  - scostamenti delle opere esistenti dalle indicazioni di progetto, per es. appoggi non correttamente allineati o a piombo,
  - caratteristiche non idonee del supporto,
  - punti di riferimento mancanti.
2. Lavori durante periodi di gelo devono essere autorizzati dal Committente.
3. Scostamenti dalle dimensioni prescritte sono ammissibili nei limiti definiti dalle seguenti norme:
  - UNI 10462 Elementi edilizi. Tolleranze dimensionali. Definizione e classificazione.
  - DIN 18202 Tolleranze nelle opere edili – CostruzioniQualora sono richieste caratteristiche di planarità più elevate rispetto alle indicazioni della tabella 3, righe 1 o 5 della norma DIN 18202 ovvero tolleranze dimensionali più ristrette di quelle indicate nelle citate norme, i maggiori oneri per ottenerle sono da considerare oneri particolari (vedi punto 19.4.2.1).

4. L'appaltatore deve, nell'ambito delle prescrizioni del progetto, provvedere alle misure necessarie per evitare ponti acustici e termici, punti deboli nelle misure di antincendio o nella stabilità. Se i lavori sono eseguiti in concomitanza con quelli di altre imprese, tali misure sono considerate prestazioni particolari, in tutti gli altri casi prestazioni accessorie.

### 23.3.2 Muratura

1. La muratura di ogni genere in pietre naturali e artificiali, per es. muratura di rivestimento, davanzali, cornicioni nonché strati di materiale coibente in muri a doppia parete con intercapedine va eseguita secondo UNI EN 1996 "Eurocodice 6 – Progettazione delle strutture di muratura". È da rispettare inoltre Decreto del Presidente della Provincia dd. 02 novembre 2009, n. 51 "Regolamento sui sistemi di fissaggio".
2. Per l'esecuzione di sottomurazioni vale la norma DIN 4123 "Scavi di pozzi, fondazioni e sottomurazioni nell'ambito di fabbricati esistenti".
3. Gli elementi in legno, per es. le testate di travi, da incorporare nella muratura, vanno immutati a secco.
4. Gli elementi prefabbricati di calcestruzzo e gli elementi costruttivi in acciaio vanno immurati con malta della classe M1.
5. Le fughe per muri di paramento ed a facciavista vanno lisciate. Per la pulizia successiva l'acqua non deve essere arricchita di acidi.

### 23.3.3 Per la realizzazione di canne fumarie per edifici valgono:

- UNI EN 1443 Camini – Requisiti generali
- UNI EN 1457 Camini – Condotti interni di terracotta/ ceramica – Requisiti e metodi di prova
- UNI EN 12446 Camini - Componenti - Elementi esterni di calcestruzzo
- UNI EN 1806 Camini – Blocchi di laterizio/ceramica per camini a parete singola – Requisiti e metodi di prova
- UNI EN 13069 Camini – Rivestimenti esterni di terracotta/ceramica per sistemi di camini – Requisiti e metodi di prova

Norme della serie

- UNI EN 13084 Camini strutturalmente indipendenti

### 23.3.4 strutture provvisorie di sostegno

La scelta e l'esecuzione di strutture provvisorie di sostegno secondo la norma UNI EN 12812 "Strutture di sostegno per opere permanenti – Requisiti prestazionali e progettazione generale" classe di dimensionamento A, è rimessa alla discrezione dell'Appaltatore.



Strutture di sostegno della classe di dimensionamento B devono essere realizzate secondo i disegni e le verifiche prescritti dalla norma UNI EN 12812; la realizzazione costituisce una prestazione particolare (vedi punto 19.4.2.3).

## **23.4 PRESTAZIONI ACCESSORIE, PRESTAZIONI PARTICOLARI**

### **23.4.1 Prestazioni accessorie**

Prestazioni accessorie, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.4.1, sono in particolare:

1. Fornitura di calcoli delle deformazioni e di disegni delle strutture provvisionali, per quanto siano necessari per la propria prestazione.
2. Montaggio, modifica e smontaggio nonché messa a disposizione di ponteggi di lavoro e di protezione nonché delle strutture provvisionali di sostegno della classe di dimensionamento A, per quanto tali attrezzature siano necessarie per i propri lavori.
3. Realizzazione di coperture su fori e di protezione lungo bordi prospicienti il vuoto da lasciare in sito per l'utilizzo da parte di altre imprese oltre al tempo d'impiego proprio. La fine del proprio utilizzo deve essere immediatamente comunicata per iscritto al Committente.
4. Predisposizione e chiusura di tutti i fori di ancoraggio per i ponteggi necessari per l'esecuzione delle proprie prestazioni.
5. Predisposizione dei fori di pulizia e di raccordo nelle canne fumarie murate.
6. Rincalzo ed incorporamento delle testate di travi e di altri elementi costruttivi posti in opera nel corso dei propri lavori, eccettuato l'inghisaggio e l'allettamento di opere in acciaio.
7. Preparazione della malta e messa a disposizione delle attrezzature occorrenti.

### **23.4.2 Prestazioni particolari**

Prestazioni particolari, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.4.2, sono per esempio:

1. Misure per ottenere requisiti di planarità e di tolleranza dimensionale (vedi punto 3.1.3).
2. Lisciatura su intradossi, architravi e parapetti per la posa in opera di serramenti e simili.
3. Realizzazione di strutture di sostegno provvisorie della classe di dimensionamento B (vedi punto 3.4).
4. Messa a disposizione dei ponteggi ad altre imprese, oltre la durata del proprio utilizzo.
5. Modifica di ponteggi e messa a disposizione di impianti di sollevamento, ascensori, locali da soggiorno e di deposito, attrezzature e simili nell'interesse di altre imprese.
6. Predisposizione di verifiche e documentazione della qualità dei materiali nonché di calcoli strutturali con tutti gli elaborati grafici occorrenti.

7. Realizzazione e chiusura di cavità, quali aperture, nicchie, scanalature, canali e simili.
8. Ripresa di aperture e nicchie con architravi, volte ed archi di scarico in muratura.
9. Fornitura e messa in opera di tasselli, blocchi dentati, portelli di pulizia di canne fumarie, telai fissi di serramenti e simili.
10. Realizzazione di giunti di dilatazione o linee di rottura predefinite nonché sigillatura dei giunti.
11. Chiusura dell'intercapedine a doppio strato in corrispondenza di aperture.
12. Sostegno della parete esterna di muri esterni a doppio strato.
13. Realizzazione nei muri di spallette di porte e finestre, se la larghezza delle stesse è inferiore a 50 cm e se le aperture su ambo i lati delle spallette vengono detratte in contabilità secondo il punto 19.5.2.1.
14. Realizzazione di intradossi in muratura di paramento ed a facciavista nonché per davanzali, cornicioni e di fasce comprese le eventuali sporgenze.
15. Realizzazione di angoli con mattoni di forma speciale o con mattoni tagliati.
16. Realizzazione di coronamenti obliqui, per es. per chiusure superiori di frontoni.
17. Realizzazione di coronamenti di muri con pendenza trasversale.
18. Realizzazione di coperture di murature, per es. mediante accoltellati.
19. Realizzazione di fasce marcapiano in corrispondenza di solai.
20. Misure per la protezione contro gli incendi, l'umidità e le radiazioni ovvero per l'isolamento acustico e termico, per quanto eccedono le prestazioni di cui al punto 3.
21. Misure preventive e protettive per l'esecuzione di opere murarie durante periodi di gelo.

## 23.5 CONTABILIZZAZIONE

Ad integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 5, vale quanto segue:

### 23.5.1 Generalità

1. La determinazione della prestazione, indipendentemente se svolta da disegno o da rilievo in sito, avviene in base ai seguenti criteri:
  - per gli elementi in muratura, le loro dimensioni finite in opera,
  - per i pavimenti in mattoni, le loro dimensioni finite in opera,
  - per il paramento e rivestimento esterno e per lo strato isolante di facciate a più strati, le dimensioni della faccia in vista dello strato esterno,
  - per la fugatura dei giunti, le dimensioni della superficie da fugare.
2. L'altezza di muri viene calcolata dall'estradosso del solaio grezzo fino all'intradosso del solaio grezzo.



3. Fughe e giunti non vengono detratti.
4. L'altezza della muratura con coronamento con sezione trasversale in pendenza viene calcolata fino allo spigolo più alto.
5. Nel caso di intersezioni di muri viene contabilizzato per intero un solo muro che, qualora i muri abbiano spessori diversi, sarà quello con lo spessore maggiore.
6. Per la contabilizzazione di volte verranno considerate le dimensioni dell'intradosso sviluppato.
7. Le architravi, i cassonetti per avvolgibili, le volte e gli archi di scarico non vengono detratti nella misurazione e compensati separatamente con le loro dimensioni.
8. Qualora una singola apertura interessi superfici adiacenti da contabilizzare con voci distinte, si determinerà per ogni voce la quota di pertinenza dell'apertura da detrarre.
9. Cavità di tipo diverso adiacenti tra di loro, come nel caso di un'apertura confinante con una nicchia, vengono contabilizzate separatamente.
10. Nel caso di opere misurate a lunghezza (m), per gli elementi come
  - gli intradossi della muratura di paramento o di rivestimento, i davanzali, i cornicioni, le fasce, gli architravi, le volte, gli archi di scarico, le sporgenze, gli accoltellati, le murature oblique nonché i gradini murati verrà considerata la lunghezza dello spigolo più lungo,
  - il supporto di pareti sospese verrà considerata la lunghezza maggiore dell'elemento sospeso.
11. Pilastrini a ridosso di serramenti incorporati nei muri, vengono contabilizzati a parte, se hanno una larghezza inferiore a 50 cm e se le aperture su ambo i lati vengono detratte secondo le indicazioni del punto 19.5.2.1. Altrimenti valgono considerate come muratura di pareti.
12. Le canne fumarie vengono misurate lungo il loro asse.
13. Per opere da contabilizzare a pezzo (pz): Scostamenti delle dimensioni effettive da quelle indicate nell'elenco delle prestazioni entro una tolleranza pari a  $\pm 5\%$  delle singole misure, della superficie e del volume non comportano la modifica del prezzo unitario.
14. La fornitura, il taglio, la piegatura e la posa di acciaio per armatura vengono contabilizzate a parte secondo le indicazioni contenute nelle DTC "Opere in calcestruzzo".

### **23.5.2 Vengono portati in detrazione:**

#### **23.5.2.1 Per opere da contabilizzare a superficie (m²):**

- cavità, ad esempio aperture, nicchie, anche a tutta l'altezza del muro, ed intersezioni, per es. di solette o di solai a sbalzo, con superficie singola maggiore di 2,5 m², a compenso dei maggiori oneri per la formazione del foro o del riquadro. Per cavità di superficie maggiore verrà dedotta solo la parte eccedente la misura di 2,5 m². Per determinare le quantità da detrarre si terrà conto delle misure minime della cavità, ad esempio del foro, della compenetrazione, dell'intersezione,
- vengono detratte per intero aperture, fori e nicchie la cui formazione viene già compensata con apposite voci di capitolato, ad esempio per telai, riquadrature e simili,



- per i pavimenti in strati piani o accoltellati, le cavità con superficie singola maggiore di 0,5 m<sup>2</sup>,
- le interruzioni della muratura in corrispondenza di elementi, come per es. capriate, puntoni, travature, lesene, con larghezza singola superiore a 30 cm.

**23.5.2.2 Per opere da contabilizzare a lunghezza (m):**

Interruzioni maggiori di 1 m ciascuna.

## 24 MASSETTI

---

### 24.1 CAMPO DI APPLICAZIONE

1. Le presenti DTC "Massetti" si applicano alla realizzazione di massetti in malte per massetti e di pavimenti in terrazzo, compresi gli strati di separazione, di materiali isolanti e di protezione.
2. Le DTC "Massetti" non si applicano a:
  - realizzazione di massetti in conglomerato bituminoso colato né alla - realizzazione di sottofondi di elementi prefiniti, sottofondi a secco (vedi le DTC "Opere a secco").
3. A titolo integrativo sono applicabili le DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia" (punti da 1.1 a 1.5). In caso di discordanza prevalgono le prescrizioni specifiche delle presenti DTC.

### 24.2 MATERIALI, ELEMENTI COSTRUTTIVI

Ad integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.2, vale quanto segue:

Per i principali materiali e gli elementi costruttivi normalizzati di più comune utilizzo vengono citate in particolare le seguenti norme tecniche di riferimento:

#### 24.2.1 Leganti

- UNI 9156 Cementi resistenti ai solfati – Classificazione e composizione
- UNI 9606 Cementi resistenti al dilavamento della calce. Classificazione e composizione.

Norme della serie

- UNI EN 196 Metodi di prova dei cementi

Norme della serie

- UNI EN 197 -1 Cemento — Parte 1: Composizione, specifiche e criteri di conformità per cementi comuni

Norme della serie

- UNI EN 450 Ceneri volanti per calcestruzzo
- UNI EN 13454-1 Leganti, leganti compositi e miscele realizzate in fabbrica per massetti a base di solfato di calcio – Definizioni, requisiti

Norme della serie

- UNI EN 13892 Metodi di prova dei materiali per massetti
- UNI EN 14016-1 Leganti per massetti a base di magnesite – Magnesite caustica e cloruro di magnesio – Definizioni, requisiti

- UNI EN 14216 Cemento – Composizione, specifiche e criteri di conformità per cementi speciali a calore di idratazione molto basso

#### 24.2.2 Resine sintetiche

- DIN 16945 Resine bicomponenti, mezzi di reazione e masse di resina bicomponente – Metodi di prova Le resine sintetiche devono essere resistenti agli alcali.

#### 24.2.3 Aggregati

Norme della serie

- UNI EN 932 Metodi di prova per determinare le proprietà generali degli aggregati

Norme della serie

- UNI EN 933 Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati

Norme della serie

- UNI EN 1367 Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati

Norme della serie

- UNI EN 1744 Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati
- UNI EN 12620 Aggregati per calcestruzzo
- UNI EN 13139 Aggregati per malta
- UNI EN 13055-1 Aggregati leggeri - Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione

Come aggregati per pavimenti in terrazzo levigati vanno utilizzati materiali granulari adatti ad essere levigati e lucidati e possibilmente tutti della stessa durezza.

#### 24.2.4 Materiali isolanti

Norme della serie

- UNI EN 622-1 Pannelli di fibra di legno – Requisiti generali
- UNI EN 826 Isolanti termici per edilizia – Determinazione del comportamento a compressione
- UNI EN 12431 Isolanti termici per edilizia – Determinazione dello spessore degli isolanti per pavimenti galleggianti
- UNI EN 13162 fino a
- UNI EN 13172 Isolanti termici per edilizia
- UNI EN 13494 fino a
- UNI EN 13497 Isolanti termici per edilizia
- UNI EN 13820 Isolanti termici per edilizia - Determinazione del contenuto di sostanza organica

I materiali isolanti non normalizzati, per es. materiali granulati, espansi, non possono essere utilizzati se non nel caso in cui ne sia provata la funzionalità.

#### 24.2.5 Armature di massetti

- Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 17 gennaio 2018 Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni
- D.M. Infrastrutture e trasporti 31 Luglio 2012 Approvazione delle Appendici nazionali recanti i parametri tecnici per l'applicazione degli Eurocodici
- UNI 10622 Barre e vergella (rotoli) di acciaio d'armatura per cemento armato, zincati a caldo.

#### 24.3 ESECUZIONE

A completamento di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.3, vale quanto segue:

##### 24.3.1 Generalità

1. Nel corso delle proprie verifiche l'Appaltatore dovrà formulare le proprie obiezioni, in particolare nei seguenti casi:
  - difformità tra la situazione in essere e le previsioni di progetto,
  - posizione o altezza errate nonché portanza non sufficiente del supporto o del sottofondo,
  - caratteristiche non idonee del supporto, per es. efflorescenze, superfici troppo poco solide, troppo lisce o troppo ruvide, troppo asciutte o troppo umide, sporche di grassi o gelate, fessure, giunti non idonei o realizzati in maniera carente,
  - imperfezioni del sottofondo che comportano un consumo di materiale maggiore del 20% rispetto a quello occorrente per ottenere lo spessore nominale di massetti fluidi,
  - scostamenti dimensionali del supporto maggiori di quelli ammissibili secondo le norme citate al punto 2.3.1.3,
  - punti di riferimento mancanti,
  - pendenza mancante, insufficiente o difforme dalle indicazioni contenute nella documentazione di progetto, o pendenza che non consente l'esecuzione conforme alle indicazioni del punto 3.1.4,
  - impermeabilizzazione mancante contro l'umidità del terreno nel caso di opere interrato,
  - tubazioni e simili presenti sul supporto, che non consentano l'esecuzione a regola d'arte,
  - raccordi con gli intonaci mancanti o non idonei, telai per porte o soglie o battute mancanti,
  - condizioni climatiche non adatte (vedi punto 20.3.1.2),
  - protezione contro la corrosione di elementi metallici da proteggere, ad esempio in presenzadi massetti a base di magnesite.

2. In presenza di condizioni atmosferiche non adatte, ad esempio nel caso di temperature inferiori a +5°C, giri d'aria, dovranno essere concordate con il Committente idonee misure particolari. Le prestazioni per mettere in opera tali misure costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 20.4.2.3).

3. Scostamenti dalle dimensioni prescritte sono ammissibili nei limiti definiti dalle seguenti norme:
- UNI 10462 Elementi edilizi. Tolleranze dimensionali. Definizione e classificazione.
  - DIN 18202 Tolleranze nelle opere edili – Fabbricati.

Scostamenti di planarità dal livello prescritto in funzione della lunghezza di misura sono ammissibili nei limiti delle tolleranze definite dalla seguente tabella:

Lunghezza di misura (m)		0,5	1	4	10
Tolleranza di planarità	Sottofondi i supporti	10	15	20	25
(mm)	Superfici grezze	3	5	12	15
	Superfici finite 1	3	9	12	

Imperfezioni nelle superfici di pavimenti visibili con luce radente sono ammesse qualora siano state rispettate le tolleranze di misura qui riportate.

Se sussistono esigenze di planarità delle superfici finite più elevate, le misure da adottare saranno considerate prestazioni particolari (vedi punto 20.4.2.8).

4. I massetti su strati isolanti o di separazione, anche se realizzati in pendenza, vanno eseguiti con spessore uniforme e con superficie piana.
5. I giunti di dilatazione del fabbricato devono essere ripresi nella medesima posizione e con la medesima possibilità di movimento. Gli altri giunti di dilatazione vanno realizzati in accordo con il Committente.
6. I pigmenti di massetti colorati devono essere mescolati con la malta in maniera uniforme per massetti ad uno strato sull'intero spessore del massetto, per massetti a più strati sull'intero spessore dello strato di usura.
7. L'armatura in fibre per massetti dovrà essere mescolata con la malta nella maniera più omogenea possibile.
8. I massetti vanno protetti contro l'essiccamento troppo rapida e non uniforme.
9. Elementi metallici soggetti a danneggiamento a seguito dell'esecuzione del massetto vanno protetti mediante verniciature, rivestimenti o con altri provvedimenti.
10. L'appaltatore deve, sempre nell'ambito delle prescrizioni del progetto, provvedere alle misure necessarie per evitare ponti acustici e termici, punti deboli nelle misure di antincendio o nella stabilità. Se i lavori vengono eseguiti insieme ad altre imprese, vengono considerati come Prestazioni accessorie, in tutti gli altri casi come Prestazioni particolari.

### 24.3.2 Massetti

1. Per l'esecuzione di massetti a base di solfato di calcio, resine sintetiche, magnesite e cemento valgono:

- UNI EN 13454-1 Leganti, leganti compositi e miscele realizzate in fabbrica per massetti a base di solfato di calcio - Parte 1: Definizioni e requisiti
- UNI EN 13454-2 Leganti, leganti compositi e miscele realizzate in fabbrica per massetti a base di solfato di calcio - Parte 2: Metodi di prova
- UNI EN 13813 Massetti e materiali per massetti - Materiali per massetti - Proprietà e requisiti.
- UNI EN 14016-1 Leganti per massetti a base di magnesite - Magnesite caustica e cloruro di magnesio - Definizioni, requisiti
- UNI EN 14016-2 Leganti per massetti a base di magnesite - Magnesite caustica e cloruro di magnesio - Metodi di prova

Norme della serie

- UNI EN 13892 Metodi di prova dei materiali per massetti

Norme della serie

- DIN 18560 1-8 Massetti nell'edilizia

Le malte per massetti devono appartenere alle classi minime di resistenza secondo la Tabella 80.

Tabella 80

--

2. Massetti a base di solfato di calcio, autolivellanti a base di solfato di calcio, a base di magnesite e di cemento, da rivestire con pavimentazioni in pietra o ceramica e posati su strati di materiale comprimibile, devono essere eseguiti con spessori nominali maggiorati.

3. I massetti a base di emulsione bituminosa devono essere realizzati con un'emulsione bituminosa con stabilizzante e con cemento come legante ed aggregati costituiti da filler, sabbia, ghiaia ed eventualmente pietrisco.
4. Massetti con serpentine di riscaldamento vanno eseguiti in genere con uno spessore nominale di almeno 45 mm e di almeno 40 mm nel caso di massetti autolivellanti.
5. La superficie di massetti eseguiti con malta semiumida o pastosa va frattazzata.
6. Massetti a base di resina sintetica devono avere uno spessore nominale minimo di 5 mm.
7. Gli strati di usura e protettivi alle resine sintetiche messi in opera su massetti e supporto di calcestruzzo vanno eseguiti con i seguenti spessori minimi:
  - sigillatura in resina sintetica 0,1 mm,
  - verniciatura con resina sintetica 0,5 mm,
  - pavimentazioni in resina sintetica 2,0 mm.

#### **24.3.3 Pavimenti in terrazzo**

1. Pavimenti in terrazzo vanno realizzati in due strati. Pavimenti in terrazzo con uno spessore da 15 a 30 mm possono essere eseguiti anche come massetti aderenti al sottofondo.
2. Lo spessore dello strato di copertura di pavimenti in terrazzo deve essere di almeno 15 mm.
3. La resistenza meccanica di pavimenti in terrazzo eseguiti in aderenza al sottofondo deve rispondere ai requisiti della norma DIN 18500 "Lapidei agglomerati – Terminologia, requisiti, metodi di prova, controlli".
4. Per pavimenti in terrazzo, realizzati come massetti galleggianti, valgono le determinazioni previste per i massetti in cemento ai sensi della norma DIN 18560-2 (punto 3.2.1).
5. L'usura da levigatura di pavimenti in terrazzo non deve superare i valori indicati nella norma DIN 18500.
6. Dopo un sufficiente indurimento, i pavimenti in terrazzo devono essere levigati, rasati e lucidati finché risulta visibile la pezzatura massima.

#### **24.3.4 Materiali isolanti**

Strati di materiale isolante, coperture e strisce perimetrali devono essere posati secondo le indicazioni della norma DIN 18560-2.

#### **24.3.5 Strati di separazione**

Nel caso di massetti su strati di separazione, questi ultimi e le strisce perimetrali devono essere posati secondo le indicazioni della norma DIN 18560-4.



## **24.4 PRESTAZIONI ACCESSORIE, PRESTAZIONI PARTICOLARI**

### **24.4.1 Prestazioni accessorie**

Prestazioni accessorie, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.4.1, sono in particolare:

1. Pulizia del supporto, ad eccezione delle prestazioni di cui ai punti 20.4.2.4 e 20.4.2.5.
2. Realizzazione dei raccordi dei massetti con gli elementi costruttivi adiacenti come pareti, soglie, colonne, condotte, telai, rivestimenti, soglie e battute, paraspigoli, scarichi a pavimento e simili.
3. Presentazione di campioni di lavorazione e di colore di tipo commerciale.
4. Protezione di elementi costruttivi e di componenti di impianti da insudiciamento e danneggiamento nel corso dei lavori di posa dei massetti, con semplici coperture, cortine o avvolgimenti, ad eccezione delle misure di protezione secondo il punto 20.4.2.11.

### **24.4.2 Prestazioni particolari**

Prestazioni particolari, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.4.2, sono per esempio:

1. Realizzazione di superfici campione, qualora non trovino impiego sul cantiere.
2. Messa a disposizione di locali da soggiorno e da deposito, se il Committente non mette a disposizione dei locali facilmente chiudibili a chiave.
3. Protezioni contro condizioni atmosferiche non adatte secondo il punto 20.3.1.2.
4. Pulizia del sottofondo da sporcizia grossolana p.es. resti di gesso o malta, colore, olio, qualora essa non sia imputabile all'Appaltatore.
5. Pulizia particolarmente accurata del sottofondo per mezzo di aspirapolvere, pulitrici ad alta pressione e simili.
6. Preparazione del supporto mediante fresatura, bocciardatura, sabbiatura e simili.
7. Applicazione di strati di aderenza.
8. Provvedimenti per la correzione di imperfezioni del sottofondo di divergenze dimensionali perché possano essere rispettati i requisiti di planarità definiti al punto 20.3.1.3.
9. Misure per ottenere maggiori requisiti di planarità e di precisione dimensionale rispetto al punto 20.3.1.3.
10. Raccordi dei materiali isolanti a tubazioni, canalette per cavi e simili posati sulle solette.
11. Misure di protezione particolari per elementi costruttivi, componenti di impianti ed arredi, ad esempio mascheratura di finestre, porte, pavimenti, rivestimenti, scale, opere di legno, coperture o elementi rifiniti, mascheratura a tenuta di polvere di arredi deteriorabili e apparecchiature tecniche, diaframmi contro la polvere, tettoie provvisorie, coperture con pannelli o con teli per l'edilizia.

12. Realizzazione di giunti di dilatazione e di raccordo nonché impermeabilizzazione dei giunti.
13. Misure per la protezione antincendio, l'isolamento acustico, termico e contro l'umidità.
14. Misure per evitare giri d'aria all'interno dell'edificio.
15. Misure particolari per l'esecuzione di massetti all'aperto, per es. protezione mediante teli, coperture.
16. Realizzazione successiva di raccordi ad elementi adiacenti, per quanto tale onere non sia imputabile all'Appaltatore.
17. Posa in opera di soglie e battute, paraspigoli, lamine di distacco, telai per zerbini, armature e simili.
18. Realizzazione, riempimento, chiusura e copertura di giunti con sigillanti o profili per giunti.
19. Realizzazione di spigoli e intelaiature, per es. in corrispondenza di cavità di sezione singola superiore a 0,10 m<sup>2</sup>.
20. Chiusura di cavità.
21. Realizzazione di gole e zoccolature nonché applicazione del massetto su gradini e soglie.
22. Rimozione di sporgenze o sbavature dell'intonaco.
23. Rifilatura dell'eccedenza di strisce isolanti perimetrali dopo la posa delle pavimentazioni.
24. Trattamento particolare delle superfici dei massetti, per es. lisciatura.

## 24.5 CONTABILIZZAZIONE

Ad integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 5 vale quanto segue:

### 24.5.1 Generalità

La determinazione della prestazione, indipendentemente se avviene secondo il disegno o per misurazione, avviene in base ai seguenti criteri.

#### 24.5.1.1 Per opere da contabilizzare a volume (m<sup>3</sup>):

Ove possibile verrà considerato il volume delle opere finite in opera, determinato con metodi geometrici rigorosi in base alle misure effettive; altrimenti verrà considerato il volume del materiale determinato in base alle bolle di consegna verificate ed approvate dal Direttore dei Lavori.

#### 24.5.1.2 Per opere da contabilizzare a superficie (m<sup>2</sup>):

La superficie verrà determinata con metodi geometrici rigorosi per il suo effettivo sviluppo; vengono considerate:

- per le superfici con elementi costruttivi delimitanti, le dimensioni delle superfici fino agli elementi costruttivi delimitanti,



- per le superfici senza elementi costruttivi delimitanti, le loro dimensioni effettive,
- per superfici irregolari le dimensioni del minimo rettangolo circoscritto,
- giunti di qualsiasi tipo non verranno detratti.

#### **24.5.1.3 Per opere da contabilizzare a lunghezza (m):**

Sarà considerata la lunghezza sviluppata maggiore dell'elemento finito in opera.

#### **24.5.1.4 Per opere da contabilizzare a numero (pz):**

Scostamenti delle dimensioni effettive da quelle indicate nell'elenco delle prestazioni entro una tolleranza pari a  $\pm 5\%$  delle singole misure e della superficie non comportano la modifica del prezzo unitario.

#### **24.5.1.5 Per opere da contabilizzare a massa (kg, t):**

Verrà considerata la massa risultante dalle bolle di pesatura o di consegna verificate dal Direttore dei Lavori.

### **24.5.2 Vengono portati in detrazione:**

#### **24.5.2.1 Per opere da contabilizzare a superficie (m<sup>2</sup>):**

Non vengono detratti fori, aperture e nicchie con area fino a 0,10 m<sup>2</sup> ciascuno, a compenso dei maggiori oneri per la formazione del foro o del riquadro; per cavità di superficie maggiore verrà dedotta solo la parte eccedente la misura di 0,10 m<sup>2</sup>.

Per determinare le quantità da detrarre si terrà conto delle misure minime della cavità, ad esempio del foro, della compenetrazione, dell'intersezione.

Vengono detratte per intero aperture, fori e nicchie la cui formazione viene già compensata con apposite voci di capitolato, ad esempio per telai, riquadrature e simili.

## **25 LAVORI DI INTONACO E OPERE DA STUCCATORE**

### **25.1 CAMPO DI APPLICAZIONE**

1. Le presenti DTC „Lavori di intonaco e opere da stuccatore“ si applicano ad intonaci, stuccature e intonaci termoisolanti.
2. A titolo integrativo sono applicabili le DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia" (punti da 1.1 a 1.5). In caso di discordanza prevalgono le prescrizioni specifiche delle presenti DTC.

## 25.2 MATERIALI, ELEMENTI COSTRUTTIVI

Ad integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.2, vale quanto segue:

Per i materiali e gli elementi costruttivi normalizzati di più comune utilizzo vengono citate in particolare le seguenti norme tecniche di riferimento.

### 25.2.1 Intonaci

- UNI EN 998-1 Specifiche per malte per opere murarie – Malte per intonaci interni ed esterni
- UNI EN 1062-1 Pitture e vernici - Prodotti e sistemi di verniciatura per muratura e calcestruzzo esterni - Parte 1: Classificazione
- UNI EN 13914-1 Progettazione, preparazione ed esecuzione di intonaci interni ed esterni – Parte 1: intonaco esterno
- UNI EN 13914-2 Progettazione, preparazione ed esecuzione di intonaci interni ed esterni – Parte 2: progettazione e direttive principale di intonaci interni

### 25.2.2 Malta premiscelata da stabilimento (malta pronta)

- UNI EN 998-1 Specifiche per malte per opere murarie – Malte per intonaci interni ed esterni
- UNI EN 998-2 Specifiche per malte per opere murarie - Parte 2: Malte da muratura

### 25.2.3 Portaintonaci, armature per intonaco, materiali di fissaggio

- UNI EN 13658-1 Profili metallici - Definizioni, requisiti e metodi di prova - Parte 1: Intonaci interni
  - UNI EN 13658-2 Profili metallici - Definizioni, requisiti e metodi di prova - Parte 2: Intonaci esterni
- Reti metalliche, reti nervate e simili devono essere zincate o resistenti alla corrosione, reti elettrosaldate e simili devono essere ripulite da ruggine sconnessa. I tessuti da impiegare all'esterno devono essere resistenti agli alcali. Chiodi, zanche ed altri materiali di fissaggio, impiegati in locali umidi e per opere in gesso, devono essere resistenti alla corrosione.

### 25.2.4 Materiali coibenti

- UNI EN 12781 Rivestimenti murali in rotoli - Specifiche per pannelli di sughero
- UNI EN 13085 Rivestimenti murali in rotoli - Specifiche per rivestimenti in rotoli di sughero
- UNI EN 822 fino a
- UNI EN 826 Isolanti termici per edilizia
- UNI EN 13162 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di lana minerale ottenuti in fabbrica – Specificazione
- UNI EN 13163 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di polistirene espanso ottenuti in fabbrica – Specificazione

- UNI EN 13164 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di polistirene espanso estruso (XPS) ottenuti in fabbrica – Specificazione
- UNI EN 13165 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di poliuretano espanso rigido ottenuti in fabbrica – Specificazione
- UNI EN 13166 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di resine fenoliche espanse ottenuti in fabbrica – Specificazione
- UNI EN 13167 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di vetro cellulare (CG) ottenuti in fabbrica – Specificazione
- UNI EN 13168 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di lana di legno (WF) ottenuti in fabbrica – Specificazione
- UNI EN 13169 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di perlite espansa ottenuti in fabbrica – Specificazione
- UNI EN 13170 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di sughero espanso ottenuti in fabbrica – Specificazione
- UNI EN 13171 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di fibre di legno ottenuti in fabbrica – Specificazione

### 25.2.5 Sottostrutture, elementi di collegamento e di ancoraggio

Sottostrutture di metallo e di altri materiali nonché tiranti, profili, elementi di collegamento e di ancoraggio.

- UNI EN 10088-1 Acciai inossidabili – Parte 1: Lista degli acciai inossidabili.
- UNI EN 10088-2 Acciai inossidabili – Parte 2. Condizioni tecniche di fornitura delle lamiere, dei fogli e dei nastri di acciaio resistente alla corrosione per impieghi generali.
- UNI EN 10088-3 Acciai inossidabili – Parte 3. Condizioni tecniche di fornitura dei semilavorati, barre, vergella, filo, profilati e prodotti trasformati a freddo di acciaio resistente alla corrosione per impieghi generali.
- UNI EN 10025-1 Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura
- UNI EN 10025-2 Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali

### 25.2.6 Profili

I profili, per es. i profili per angoli, di bordo, per giunti di dilatazione, paraspigolo ed i profili di contorno in metallo, devono essere a seconda dell'impiego zincati o resistenti alla corrosione.

I profili di fibre tessili devono essere resistenti agli alcali.

### 25.3 ESECUZIONE

A completamento di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 3, vale quanto segue:

#### 25.3.1 Generalità

1. Nel corso delle proprie verifiche l'Appaltatore dovrà formulare le proprie obiezioni, in particolare nei seguenti casi:
  - configurazione non idonea del supporto, per es. efflorescenze, superfici troppo lisce, superfici ad assorbimento non uniforme, superfici gelate, sostanze eterogenee del supporto,
  - ondulazioni e difetti del sottofondo maggiori di quelli ammissibili secondo la norma DIN 18202 "Tolleranze dimensionali nell'edilizia – Costruzioni",
  - eccessiva umidità della struttura,
  - condizioni climatiche non idonee,
  - possibilità insufficienti di ancoraggio e fissaggio,
  - mancanza dei punti di riferimento di livello.

2. Scostamenti dalle dimensioni prescritte sono ammissibili nei limiti definiti dalle seguenti norme:

- DIN 18202 Tolleranze dimensionali nell'edilizia – Costruzioni
- UNI 10462 Elementi edilizi. Tolleranze dimensionali. Definizione e classificazione

Le ondulazioni di superfici visibili con luce radente sono ammesse, se sono compatibili con le tolleranze di cui alla norma DIN 18202.

Se sono richiesti requisiti di planarità migliori rispetto a quelli indicati nella norma DIN 18202, le misure da adottare costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 21.4.2.24).

3. In caso di condizioni climatiche avverse, per es. con gelo, vanno adottate misure particolari, le quali costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 21.4.2.6 ).
4. I giunti di dilatazione devono essere realizzati con idonei dispositivi costruttivi ed in modo congruo con i movimenti dei giunti dell'edificio.

#### 25.3.2 Intonaci

1. Gli intonaci di malta a leganti minerali, con o senza additivi, vanno realizzati secondo la norma DIN V 18550 "Intonaco e sistemi di intonacatura – Esecuzione".
2. I rivestimenti plastici vanno realizzati secondo la norma DIN 18558 "Rivestimento plastico – Definizioni, requisiti, esecuzione ".

3. Gli intonaci vecchi, che presentano fessure, parti danneggiate e simili, vanno ricoperti con un ulteriore strato di intonaco di rinforzo con armatura di tessuto. I raccordi con riparazioni parziali potranno rimanere visibili.
4. Gli intonaci civili per interni vanno lisciati o finiti a feltro.  
Gli intonaci esterni vanno realizzati a due strati con un rinzafo e uno strato di finitura.  
Gli strati di finitura sottili vanno eseguiti in forma trita con una granulometria di almeno 3 mm e frattazzati.  
Gli strati di finitura sottili di granulometria più fine richiedono ulteriori provvedimenti, che costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 4.2.27).  
Gli strati di finitura spessi vanno realizzati come intonaci graffiati.
5. Per gli intonaci lisciati, che servono da sottofondo per pitture opache, non strutturate, per rivestimenti di parete a struttura fina e lisciati, per velature e alte tecnologie di lisciatura nonché per strati di finitura con grana massima non superiore ad 1 mm, sono richiesti inoltre ulteriori fasi di lisciatura. Queste costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 21.4.2.25).

### **25.3.3 Realizzazione e ritocco di superfici con intonaco di graniglia**

Le superfici parziali sporgenti vanno rinforzate con la posa di una sottostruttura protetta contro la corrosione.

Dopo l'applicazione e la presa dell'intonaco, la superficie va bocciardata o graffiata.

Le superfici danneggiate o da ritoccare vanno riparate con malta dello stesso tipo. La superficie va adattata a quella esistente di intonaco di graniglia per struttura o profilatura.

### **25.3.4 Graffito**

La raffigurazione desiderata va disegnata o ricalcata su più strati di intonaco applicati l'uno sopra l'altro. I contorni predeterminati vanno ritagliati fino allo strato di intonaco del colore voluto e gli strati sovrastanti vanno asportati mediante raschiatura.

### **25.3.5 Elementi costruttivi in intonaco armato**

Per gli elementi costruttivi in intonaco armato vale la norma DIN 4121 „Controsoffitti con rete portaintonaco – Soffittature su rete metallica o su rete nervata – Requisiti per l'esecuzione“. Per l'esecuzione delle superfici vale il punto 21.3.2.4.

### **25.3.6 Stucco**

#### **25.3.6.1 Stucco trafilato e stucco prefabbricato**

I profili trafilati di spessore superiore a 5 cm vanno realizzati su di una sottostruttura protetta contro la corrosione.

Gli elementi in stucco da prefabbricare, di spessore dello stucco superiore a 5 mm, vanno eseguiti con un'armatura protetta contro la corrosione. Vanno applicati e rifiniti con malta dello stesso tipo e vanno fissati con elementi di fissaggio protetti contro la corrosione. Se sono necessarie delle sottostrutture, la realizzazione delle stesse costituisce una prestazione particolare.

Gli elementi sagomati, prefabbricati e trafilati di stucco per superfici esterne vanno realizzati con malta a scelta dell'appaltatore.

Per gli elementi di stucco a sbalzo che si trovano all'esterno, va protetto il lato superiore. Le misure occorrenti costituiscono prestazioni particolari.

Stuccature esterne eseguite con malta contenente gesso vanno protette contro l'umidità mediante un'adeguata pittura.

#### **25.3.6.2 Lavori di applicazione di stucco**

La produzione della malta da stucchi utilizzata per i lavori di applicazione viene definita a discrezione dell'Appaltatore.

Per le sottostrutture, le armature e gli elementi di stucco situati all'esterno vale il punto 3.6.1.

#### **25.3.6.3 Intonaco di finta pietra**

Il sottofondo asciutto e pulito con cura va spruzzato con acqua e rinizzato con malta da stucchi di sufficiente spessore, mescolata con colla diluita. Il sottofondo (sottofondo marmorizzato) va realizzato con una superficie ruvida di spessore da 2 fino a 3 cm costituita da gesso per stucchi idoneo a tale scopo con l'aggiunta di colla diluita o di un altro gesso duro, a lenta presa, e di sabbia da frantoio pura; se necessario, esso va irruvidito mediante graffiatura.

Il sottofondo di marmo, completamente essiccato, va spruzzato con acqua. L'intonaco di finta pietra va realizzato, secondo le prescrizioni dei produttori dei materiali, con falso alabastro o gesso allumato finissimo con l'aggiunta di idonei pigmenti resistenti alla luce ed alla calce; la superficie va ricaricata, più volte rasata e levigata in entrambe le direzioni fino all'ottenimento della superficie compatta richiesta, opaca o lucidata. Dopo la completa essiccazione, la superficie va lucidata e deve corrispondere, nella struttura e nella tinta, al marmo da imitare.

#### **25.3.6.4 Manufatti di finta pietra**

Dopo il disarmo dalla cassaforma i pezzi speciali ed i profili di finta pietra devono essere opportunamente ritagliati secondo il loro decoro; essi vanno rasati più volte in tutte le direzioni, rettificati e finiti con la forma e con la superficie richiesta, opaca o lucida. Gli accessori metallici da inserire devono essere protetti contro la corrosione.

I pezzi speciali e i profili vanno fissati alla muratura con colla e/o con viti protette contro la corrosione su tasselli o con chiavarde.

Qualora necessario, la superficie deve venire sottoposta a rettifica ed ad inceratura finale dopo la





completa essiccazione.

#### **25.3.6.5 Stuccolustro**

Sul sottofondo predisposto va applicato un rinzafo a più strati, con spessore da 2 a 3 cm, costituito da calce grassa molto stagionata e da sabbia pura. In presenza di un sottofondo ad assorbimento uniforme, alla malta può essere aggiunto del gesso in misura non superiore al 20% del legante. Non deve essere utilizzato cemento. Su un sottofondo ad assorbimento non uniforme, va usata malta pura di calce. Sul primo strato d'intonaco, completamente asciutto, va applicato uno strato di una malta di calce leggermente più fina, avente uno spessore di ca. 1 cm, che va tirato a fratazzo finché diventi perfettamente liscio.

Quale terzo strato va applicato una mano di stabilitura in calce fina setacciata, farina di marmo e pigmento dalla tinta di base prevista, da tirare perfettamente a fratazzo.

Essa va fratazzata con una malta di marmo ancora leggermente più fina e mediante lisciatura dovrà essere realizzato un sottofondo per la pittura completamente compatto e liscio. Infine va applicata la pittura di stuccolustro, che va stirata con acciaio scaldato ed incerata.

#### **25.3.7 Tecnica della lisciatura**

Per ottenere una superficie liscia, lucida e decorativa, la malta va lisciata, rasata, compattata e lucidata a più riprese.

#### **25.3.8 Realizzazione di spigoli**

Gli spigoli vanno realizzati con profili d'angolo.

#### **25.3.9 Posa di profili speciali**

La posa di profili speciali costituisce una prestazione particolare (vedi punto 21.4.2.17 ).

#### **25.3.10 Coibentazioni interne intonacate**

Gli strati termoisolanti vanno posati sopra l'intera superficie con giunti ben serrati, e vanno incollati al sottofondo. L'intonaco va rinforzato su tutta la superficie mediante un tessuto.

#### **25.3.11 Rivestimenti di pareti interne**

I rivestimenti di pareti interne, per es. con pannelli in silicato di calcio, vanno incollati su letto di malta ed intonacati.

#### **25.3.12 Rivestimenti di pareti esterne con pannelli portaintonaco**

I rivestimenti ventilati di pareti esterne vanno realizzati secondo la norma DIN 18516-1 "Rivestimenti di pareti esterne ventilati – Parte 1: Requisiti, principi per le prove".

### 25.3.13 Sistemi di intonacatura coibente

I sistemi di intonacatura coibente vanno realizzati con una mano di intonaco coibente e uno strato di finitura.

L'intonaco coibente fino a uno spessore di 4 cm va realizzato in uno strato, per spessori maggiori va realizzato in più strati.

Lo strato di finitura va eseguito a due strati. Il primo strato va realizzato come intonaco intermedio, con armatura diffusa di fibre o rinforzato con tessuto su tutta la superficie. Su angoli concavi di fori, per es. di aperture o nicchie, vanno posate armature diagonali. La seconda mano di intonaco va realizzata come strato di finitura strutturato a frattazzo.

Intonaco graffiato va realizzato come strato di finitura senza intonaco intermedio.

### 25.3.14 Risanamento con malta cementizia DM 174/2004

Realizzazione di malta cementizia e finitura impermeabile protettiva contro la carbonatazione delle strutture in calcestruzzo armato presenti nel locale Vasca di ricondizionamento e acqua greggia, secondo la norma di riferimento – DM 174/2004. Tali prodotti devono proteggere la struttura in calcestruzzo dal contatto con acque aggressive e potabili (sempre ai sensi del DM 174/2004). Applicabile a mano o con strumenti meccanici.

## 25.4 PRESTAZIONI ACCESSORIE, PRESTAZIONI PARTICOLARI

### 25.4.1 Prestazioni accessorie

Prestazioni accessorie, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.4.1, sono in particolare:

1. Montaggio e smontaggio nonché messa a disposizione dei ponteggi i cui piani di lavoro si trovino ad una quota non superiore a 2 m sopra il piano di campagna o sopra il pavimento.
2. Pulizia del sottofondo, escluse le prestazioni di cui al punto 21.4.2.9.
3. Protezione contro l'essiccazione delle superfici intonacate fino alla presa.
4. Preparazione della malta e messa a disposizione di tutti i dispositivi occorrenti a tale scopo, anche qualora il committente fornisca i materiali.
5. Presentazione di campioni prefabbricati di superfici e pitture.
6. Raccordi e finiture, esclusi i lavori di cui al punto 21.4.2.30.
7. Misure per la protezione di elementi costruttivi e di impianti contro l'imbrattamento ed il danneggiamento che possono verificarsi durante i lavori di intonacatura mediante coperture o avvolgimenti mobili, escluse le prestazioni di cui al punto 21.4.2.7.

#### 25.4.2 Prestazioni particolari

Prestazioni particolari, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.4.2, sono per esempio:

1. Messa a disposizione di locali di soggiorno e di deposito, qualora il committente non metta a disposizione dei locali che si possano facilmente chiudere a chiave.
2. Montaggio e smontaggio nonché messa a disposizione dei ponteggi i cui piani di lavoro si trovino ad una quota più alta di 2 m sopra il piano campagna o il pavimento.
3. Modifica di ponteggi per l'utilizzo da parte di altre imprese.
4. Realizzazione di ancoraggi fissi da lasciare in opera, per es. per ponteggi.
5. Chiusura dei fori di ancoraggio dei ponteggi.
6. Provvedimenti per la protezione contro le condizioni climatiche sfavorevoli ai sensi del punto 21.3.1.3, per es. sistemazione al coperto, riscaldamento, rete da ponteggio a maglie strette.
7. Provvedimenti particolari per la protezione di elementi costruttivi e parti di impianti nonché degli arredamenti, per es. mediante mascheratura con nastri adesivi di serramenti, pavimenti, rivestimenti, gradini, parti in legno, manti di copertura ed elementi finiti, mascheratura a tenuta di polvere, con nastri adesivi, di apparecchiature delicate e strumenti tecnici, diaframmi a tenuta di polvere, coperture provvisorie, posa di pannelli in fibra di legno ad alta densità o di teli protettivi per l'edilizia.
8. Rimozione di pellicole o teli protettivi e simili predisposti dal committente, per es. su davanzali, profilati in alluminio.
9. Pulizia del sottofondo da sporcizia grossolana, come residui di gesso, malta, pitture, olio, qualora essa non sia imputabile all'appaltatore.
10. Preparazione del sottofondo, per es. mediante asporto, scalpellatura, irruvidimento. Applicazione di mani di fondo di prodotti consolidanti o adesivi e simili.
11. Rimozione di ostacoli dalla superficie da intonacare, per es. rimozione di sbavature di calcestruzzo, di residui di schiume e di staffe di ancoraggio non più necessarie per ponteggi a mensola, taglio a misura di guide di intonacatura orizzontali su cassonetti per avvolgibili.
12. Realizzazione di giunti di raccordo, di dilatazione e di frazionamento nonché sigillatura di giunti.
13. Predisposizione ed montaggio di superfici campione, costruzioni tipiche e modellini.
14. Fornitura delle verifiche tecnico-fisiche delle costruzioni.
15. Predisposizione di disegni di posa e di montaggio.
16. Realizzazione di scuretti o fughe di raccordo e di raccordi a tenuta d'aria.
17. Posa di profili speciali, per es. guide, fasce riportate, profili di raccordo e di bordo.
18. Realizzazione di spigoli senza profili d'angolo.

19. Posa di rinforzi per intonaco a cavallo di giunti, di armature e portaintonaco a striscia, di armature diagonali e simili.
20. Fissaggio meccanico di pannelli portaintonaco e simili.
21. Smontaggio e/o rimontaggio di elementi di rivestimento e simili, per es. di rullini portacinghia, piastre per interruttori per prestazioni di altre imprese.
22. Chiusura ed intonacatura di fessure e cavità per supporti ed ancoraggi.
23. Provvedimenti per l'intonacatura di pannelli coibenti incorporati col getto di calcestruzzo.
24. Provvedimenti per l'ottenimento di migliori requisiti di planarità e/o di tolleranza dimensionale (vedi punto 21.3.1.2).
25. Provvedimenti per l'ottenimento delle qualità di superficie di cui al punto 21.3.2.5.
26. Provvedimenti per il livellamento di ondulazioni e rugosità del sottofondo maggiori di quelle ammesse secondo la norma DIN 18202.
27. Realizzazione di strati di finitura di granulometria inferiore a 3 mm (vedi punto 21.3.2.4).
28. Esecuzione di intonaci colorati.
29. Provvedimenti contro le alghe e contro la muffa.
30. Raccordi e giunzioni di intonaci, qualora non vengano eseguiti nel corso degli altri lavori di intonacatura.
31. Taglio di rivestimenti per l'adattamento degli stessi a smussi e ad elementi costruttivi curvi o sagomati diversamente.
32. Realizzazione di tamponamenti, rivestimenti e false travature, ripiani, copertine, lesene e simili.
33. Realizzazione di strutture ausiliarie per il fissaggio di tende avvolgibili, insegne pubblicitarie e simili, per es. scatole di montaggio.
34. Realizzazione di gole e cornicioni.
35. Realizzazione di angoli ed oggetti su profili di stucco, gole e cornicioni.
36. Realizzazione di davanzali, riquadri di serramenti, fasce.

## 25.5 CONTABILIZZAZIONE

Ad integrazione di quanto indicato nelle "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.5, vale quanto segue:

### 25.5.1 Generalità

La determinazione della prestazione, indipendentemente se d disegno o da rilievo in sito, avviene in base ai seguenti criteri:

**25.5.1.1 Per opere da contabilizzare a superficie (m2)**

Per la determinazione della prestazione devono essere considerate le misure rilevate in sito sulle superfici finite. Le misure saranno determinate rilevando le lunghezze sviluppate maggiori.

In caso di misurazione di intonaci da disegno valgono le misure al grezzo.

Per le superfici da intonacare non vengono portate in detrazione interruzioni in corrispondenza di elementi costruttivi sporgenti, come travature, pilastri, risalti, fregi, cornici e simili con larghezza fino a 20 cm, anche se vengono compensati a parte con appositi prezzi.

Le superfici del fondo e delle fiancate delle nicchie vengono contabilizzate a parte con le loro misure effettive indipendentemente dalle loro dimensioni.

Per la misurazione di elementi singoli a superficie irregolare, viene considerato il minimo rettangolo circoscritto.

**25.5.1.2 Per opere da contabilizzare a lunghezza (m)**

Sarà considerata la lunghezza sviluppata maggiore dell'elemento finito in opera.

**25.5.1.3 Per opere da contabilizzare a pezzo (pz)**

Scostamenti delle dimensioni effettive da quelle indicate nell'elenco delle prestazioni entro una tolleranza pari a  $\pm 5\%$  delle singole misure e della superficie non comportano la modifica del prezzo unitario.

**25.5.2 Vengono portati in detrazione:**

1. Per opere da contabilizzare a superficie ( $m^2$ ) non vengono detratti fori, aperture e nicchie con area fino a  $2,50 m^2$  ciascuna, a compenso dei maggiori oneri per la formazione del foro o del riquadro; per cavità di superficie maggiore verrà dedotta solo la parte eccedente la misura di  $2,50 m^2$ .

Per determinare le quantità da detrarre si terrà conto delle misure minime della cavità, ad esempio del foro, della compenetrazione, dell'intersezione.

Vengono detratte per intero aperture, fori e nicchie la cui formazione viene già compensata a parte con apposite voci di capitolato o con voci per telai, formazione di spigoli e simili.

## 25.6 SPECIFICHE DI PROGETTO

### 25.6.1 Tinteggiatura acrilica diluita con l'aggiunta di colori.

Tinteggiatura acrilica, idoneamente diluita con l'aggiunta di colori di qualsiasi specie, eseguita a qualsiasi altezza, su intonaco rustico, di pareti, volte, soffitti di cantine, sottotetti e locali in genere non impegnativi. Preparazione del supporto, limitata ad una sommara spazzolatura e pulitura della superficie, per eliminare corpi estranei e grumi di calce, senza imprimitura del sottofondo. Ciclo di pittura a due o più strati di latte di calce, dati a spruzzo (velo a macchina) o a pennello.

Le colorazioni scelte per il progetto sono quelle rappresentate nelle tavole dei prospetti, da utilizzare per gli edifici.

In fase di cantiere dovranno essere fornite le specifiche tecniche delle colorazioni scelte e le stesse saranno approvate dalla DL.

## 26 IMPERMEABILIZZAZIONI

### 26.1 CAMPO DI APPLICAZIONE

1. Le presenti DTC "Impermeabilizzazioni" si applicano alle impermeabilizzazioni realizzate con teli bituminosi, materiali bituminosi e nastri metallici nonché con teli di elastomeri a protezione contro l'umidità del terreno e contro l'acqua di percolazione non ristagnante, contro l'acqua in pressione e senza nonché alla realizzazione degli strati di materiali isolanti, barriere nonché a strati di bloccaggio, di separazione e di protezione. Esse si applicano anche alle impermeabilizzazioni sotto aree a verde intensivo.
2. Le DTC "Impermeabilizzazioni" non si applicano a:
  - calcestruzzo impermeabile (vedi DTC "Opere in calcestruzzo"),
  - impermeabilizzazioni di coperture e impermeabilizzazioni di manti di inverdimento pensile estensivo,
  - Lavori in asfalto colato,
  - impermeabilizzazioni di impalcati di ponti facenti parte di strade pubbliche,
  - impermeabilizzazioni di discariche, di opere in terra e di realizzate in sotterraneo ovvero a foro cieco,
  - impermeabilizzazioni in locali esposti a spruzzi d'acqua nell'edilizia residenziale.
3. A titolo integrativo sono applicabili le DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punti da 1.1 a 1.5. In caso di discordanza prevalgono le prescrizioni specifiche delle presenti DTC.

## 26.2 MATERIALI, ELEMENTI COSTRUTTIVI

Ad integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.2, vale quanto segue:

Per i principali materiali ed elementi costruttivi normalizzati vengono citate in particolare le seguenti norme tecniche di riferimento:

- UNI 8178 Edilizia. Coperture. Analisi degli elementi e strati funzionali.
- UNI 8202 Edilizia. Membrane per impermeabilizzazione. Parte 20
- UNI 8818 Membrane per impermeabilizzazione. Classificazione descrittiva del prodotto.
- UNI 9168 Membrane complementari per impermeabilizzazione. Parte 2
- UNI EN 1427 Bitumi e leganti bituminosi – Determinazione del punto di rammollimento – Metodo biglia e anello
- UNI EN 13111 Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Sottostrati per coperture discontinue e pareti – Determinazione della resistenza alla penetrazione dell'acqua
- UNI EN 13859-2 Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Definizioni e caratteristiche dei sottostrati – Parte 2: Sottostrati murari
- UNI EN 13967 Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane di materiale plastico e di gomma impermeabili all'umidità incluse membrane di materiale plastico e di gomma destinate a impedire la risalita di umidità dal suolo – Definizioni e caratteristiche
- UNI EN 13969 Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose destinate a impedire la risalita di umidità dal suolo – Definizioni e caratteristiche
- UNI EN 13970 Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Strati bituminosi per il controllo del vapore d'acqua – Definizioni e caratteristiche
- UNI EN 13984 Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Strati di plastica e di gomma per il controllo del vapore – Definizioni e caratteristiche
- UNI EN 14187 Materiali per la sigillatura a freddo dei giunti Parte 1 – 9
- UNI EN 14188 Filler e materiali per la sigillatura dei giunti Parte 1 – 4
- UNI EN 14891 Prodotti impermeabilizzanti applicati liquidi da utilizzare sotto a piastrellature di ceramica incollate con adesivi – Requisiti, metodi di prova, valutazione della conformità, classificazione e designazione
- UNI EN 14909 Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane di materiale plastico e di gomma destinate ad impedire la risalita di umidità – Definizioni e caratteristiche
- UNI EN 14967 Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose per muratura destinate ad impedire la risalita di umidità – Definizioni e caratteristiche
- UNI EN ISO 7389 Edilizia – Prodotti per giunti – Determinazione del recupero elastico dei sigillanti

- UNI EN ISO 7390 Edilizia – Prodotti per giunti – Determinazione della resistenza allo scorrimento dei sigillanti
- UNI EN ISO 9047 Edilizia – Sigillanti – Determinazione delle proprietà di adesione/coesione in condizioni di temperatura variabile
- UNI EN ISO 11431 Edilizia – Prodotti per giunti – Determinazione delle proprietà di adesione/coesione dei sigillanti dopo esposizione al calore, all'acqua e alla luce artificiale attraverso il vetro
- UNI EN ISO 11600 Edilizia – Prodotti per giunti – Classificazione e requisiti per i sigillanti

### 26.3 ESECUZIONE

A completamento di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.3, vale quanto segue:

#### 26.3.1 Generalità

1. Per l'esecuzione di impermeabilizzazioni vale la norma DIN 18195 "Impermeabilizzazioni di edifici – Parte 1 a 10".
2. Per la verifica delle prestazioni valgono i paragrafi 5.4.4 e 7.4.6 della norma DIN 18195-3 "Impermeabilizzazioni di edifici – Parte 3: Requisiti del supporto e alla lavorazione dei materiali".
3. Nel corso delle proprie verifiche l'Appaltatore dovrà formulare le proprie obiezioni, in particolare nei seguenti casi:
  - scostamento delle opere realizzate dalle prescrizioni,
  - pendenze non adeguate o errate,
  - configurazione carente del supporto delle impermeabilizzazioni, ad esempio:
    - rilevanti difetti di planarità,
    - insufficiente resistenza meccanica,
    - fessure da tensioni e da assestamento, vuoti, vespai, scolature di boiacca,
    - superfici troppo fredde, ruvide, porose, lisce, umide o troppo assorbenti ovvero con residui di oli e grassi,
    - spigoli vivi di casseforme, discontinuità e sbavature,
    - angoli, spigoli e gole non arrotondati correttamente,
    - mancanti protezioni contro lo scorrimento,
    - tipo o posizione non idonei di elementi costruttivi passanti, di scarichi o di giunti di dilatazione,
    - tipo e posizione non idonei o mancanza di scarichi o di altri dispositivi per l'evacuazione delle acque nonché di elementi incorporati per il raccordo dell'impermeabilizzazione con elementi passanti,



- condizioni climatiche non adatte (vedi punto 3.1.4).

4. In presenza di condizioni atmosferiche non adatte, ad esempio nel caso di supporti da impermeabilizzare di calcestruzzo, muratura, intonaco o legno bagnati o nel caso di lavori di incollaggio da eseguire con temperature inferiori a +5°C, dovranno essere concordate con il Committente idonee misure particolari. Le prestazioni per mettere in opera tali misure costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 22.4.2.1).
5. Prima dell'esecuzione dei lavori susseguenti, potrà essere richiesta un'ispezione congiunta delle impermeabilizzazioni, anche se già collaudate, da parte del Committente e dell'Appaltatore. I danni rilevati devono essere eliminati dall'Appaltatore. Le prestazioni per eliminare danni non imputabili all'Appaltatore costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 22.4.2.1).
6. Giunti di dilatazione della costruzione devono essere ripresi con dispositivi che consentano uguali deformazioni nel manto.
7. Qualora nel sistema costruttivo adottato siano previste pitture di imprimitura e di ancoraggio, potranno venire usati solo prodotti a base di solventi o in emulsione.
8. Barriere al vapore dovranno essere realizzate con membrane bituminose da saldare.

#### **26.3.2 Impermeabilizzazione contro l'umidità risalente dal suolo e contro l'acqua di percolazione non ristagnante**

1. Impermeabilizzazione orizzontale all'interno di o sotto pareti L'impermeabilizzazione è costituita da una singola membrana bituminosa semplicemente posata sul supporto.
2. Impermeabilizzazione su pareti esterne  
L'impermeabilizzazione è realizzata mediante applicazione in due mani di una massa bituminosa modificata con resine.  
Lo spessore dello strato essiccato non deve essere inferiore a 3 mm.  
Compatibilmente con il sistema adottato va applicato uno strato di imprimitura.
3. Impermeabilizzazione di platee di fondazione  
L'impermeabilizzazione va eseguita con una singola membrana bituminosa posata in indipendenza sul supporto. Le sovrapposizioni delle membrane vanno saldate tra di loro.

#### **26.3.3 Impermeabilizzazione contro l'acqua non in pressione**

##### **26.3.3.1 Con sollecitazione limitata su solai all'aperto**

L'impermeabilizzazione di solai all'aperto, per es. di balconi, va eseguita con una membrana singola di materiale sintetico plastico con spessore non inferiore a 1,2 mm, e con uno strato protettivo in telo di tessuto non tessuto sintetico con spessore non inferiore a 2 mm e con peso non inferiore a 300 g/m².



#### **26.3.3.2 Con alta sollecitazione su solai all'aperto ed interrati**

Sul supporto dell'impermeabilizzazione va applicato uno strato di imprimitura.  
L'impermeabilizzazione va eseguita con due membrane.

#### **26.3.3.3 Locali umidi**

Sul supporto dell'impermeabilizzazione va applicato uno strato di imprimitura.  
L'impermeabilizzazione di superfici di pavimenti o pareti esposte a spruzzi d'acqua e fortemente sollecitate da acqua di consumo domestico o di lavaggio, per es. in docce pubbliche o in piscine, va eseguita con due membrane bituminose.

#### **26.3.4 Impermeabilizzazione contro acqua di percolazione ristagnante**

Sui supporti di impermeabilizzazione verticali o con pendenza superiore a 45° va applicato uno strato di imprimitura. L'impermeabilizzazione va eseguita con due membrane bituminose, su cui va applicata una mano di pittura coprente.

#### **26.3.5 Impermeabilizzazione contro acqua in pressione dall'esterno**

Sui supporti di impermeabilizzazione verticali o con pendenza superiore a 45°, va applicato uno strato di imprimitura. L'impermeabilizzazione va eseguita con due membrane senza finitura riportata ed un foglio di rame goffrato, di spessore non inferiore a 0,1 mm, secondo la norma UNI EN 1652 "Rame e leghe di rame - Piastre, lastre, nastri e dischi per usi generali", su cui va applicata una mano di pittura coprente.

#### **26.3.6 Impermeabilizzazione contro acqua in pressione dall'interno**

L'impermeabilizzazione va eseguita con una membrana singola di materiale sintetico di spessore non inferiore ad 1,5 mm.

#### **26.3.7 Impermeabilizzazioni sotto aree a verde intensivo**

L'impermeabilizzazione deve essere realizzata con una membrana singola di materiale sintetico dello spessore di almeno 1,5 mm. Le membrane impiegate devono essere resistenti alle radici ed ai rizomi.

#### **26.3.8 Impermeabilizzazione in corrispondenza di giunti di dilatazione**

Per l'impermeabilizzazione in corrispondenza di giunti di dilatazione con un'escursione non maggiore di 10 mm vale quanto segue:

**26.3.8.1 Risalita di umidità dal suolo ed acqua di percolazione non ristagnante****1. Superfici di pareti esterne**

L'impermeabilizzazione sopra giunti in impermeabilizzazioni di pareti esterne secondo il punto 22.3.2.2 sarà eseguita con strisce di membrane in materiale sintetico compatibili con bitume, con finitura di tessuto non tessuto oppure di tessuto per la connessione con la spalmatura bituminosa modificata con resine.

**2. Platee di fondazione**

L'impermeabilizzazione eseguita su tutta la superficie senza discontinuità secondo il punto 3.2.3 va rinforzata sopra i giunti su ambedue le facce con una fascia di membrana a base di bitume-polimero a saldare.

**26.3.8.2 Acqua non in pressione su solai****1. Sollecitazione modesta**

L'impermeabilizzazione di solai all'aperto sarà eseguita su tutta la superficie senza discontinuità secondo il punto 22.3.3.1; i giunti vanno precedentemente coperti con una lamiera fissata su un lato, preverniciata compatibile con il sistema adottato, di spessore non inferiore a 0,5 mm e di larghezza non inferiore a 20 cm.

**2. Sollecitazione elevata**

L'impermeabilizzazione di solai all'aperto ed interrati, eseguita su tutta la superficie senza discontinuità secondo il punto 22.3.3.2, va rinforzata su ambedue le facce con una fascia di membrana a base di bitume-polimero a saldare larga non meno di 30 cm, centrata sopra il giunto.

**26.3.8.3 Acqua filtrante ristagnante**

L'impermeabilizzazione eseguita su tutta la superficie senza discontinuità secondo il punto 22.3.4, va rinforzata sopra i giunti su ambedue le facce con una fascia di membrana a base di bitume-polimero a saldare larga non meno di 30 cm, centrata sopra il giunto.

**26.3.8.4 Acqua in pressione dall'esterno**

L'impermeabilizzazione eseguita su tutta la superficie senza discontinuità secondo il punto 22.3.5, va rinforzata sopra i giunti su ambedue le facce con una nastro di rame gofrato dello spessore di 0,2 mm, largo non meno di 30 cm, centrata sopra il giunto. I nastri di rame gofrato vanno protetti sulle facce esterne con fasce di membrane bituminose senza finitura riportata, di larghezza non inferiore a 50 cm.

#### **26.3.8.5 Acqua in pressione dall'interno, aree a verde intensivo**

L'impermeabilizzazione sarà eseguita su tutta la superficie senza discontinuità secondo il punto 22.3.6 ovvero secondo il punto 22.3.7 per aree a verde intensivo; i giunti vanno precedentemente coperti con una lamiera preverniciata fissata su un lato, compatibile con il sistema adottato, di spessore non inferiore a 0,5 mm e di larghezza non inferiore a 20 cm.

#### **26.3.9 Raccordi ad elementi emergenti, collegamenti, bordi**

##### **26.3.9.1 Umidità in risalita dal terreno e acqua di percolazione non ristagnante**

1. Superfici di pareti esterne

L'impermeabilizzazione costituita da una massa bituminosa modificata con resine secondo il punto 22.3.2.2 va raccordata all'elemento penetrante con riporto di una guscia concava.

2. Platee di fondazione

Raccordi e collegamenti di elementi emergenti con l'impermeabilizzazione secondo il punto 22.3.2.3 vanno eseguiti con flange adesive.

##### **26.3.9.2 Acqua non in pressione su solai**

1. Sollecitazione modesta

Raccordi e collegamenti di elementi emergenti con l'impermeabilizzazione su solai all'aperto secondo il punto 22.3.3.1 vanno eseguiti con flange saldate; i raccordi con elementi emergenti vanno eseguiti con lamiere preverniciate compatibili con il sistema adottato.

2. Sollecitazione elevata

Raccordi e collegamenti di elementi emergenti con l'impermeabilizzazione su solai all'aperto ed interrati secondo il punto 22.3.3.2 vanno eseguiti con sistemi di controflange scorrevoli e flange fisse; i raccordi con elementi emergenti vanno eseguiti con profili di fissaggio.

##### **26.3.9.3 Acqua di percolazione ristagnante**

Raccordi e collegamenti di elementi emergenti con l'impermeabilizzazione secondo il punto 22.3.4 vanno eseguiti con sistemi di controflange scorrevoli e flange fisse; i raccordi con elementi emergenti vanno eseguiti con profili di fissaggio.

##### **26.3.9.4 Acqua in pressione dall'esterno**

Elementi emergenti vanno raccordati o collegati con impermeabilizzazioni secondo il punto 22.3.5 mediante sistemi di controflange scorrevoli e flange fisse; l'impermeabilizzazione va incastrata uniformemente.

Raccordi con pareti verticali vanno eseguiti mediante lembi semplicemente rivoltati per impermeabilizzazioni interne, bloccati mediante profili di fissaggio per quelle esterne.

#### **26.3.9.5 Acqua in pressione dall'interno, aree a verde intensivo**

Elementi emergenti vanno raccordati o collegati con impermeabilizzazioni secondo il punto 22.3.6 ovvero secondo il punto 22.3.7 per aree a verde intensivo, vanno eseguiti con sistemi di controflange scorrevoli e flange fisse; l'impermeabilizzazione va incastrata uniformemente.

I raccordi con elementi emergenti vanno eseguiti con lamiere preverniciate compatibili con il sistema adottato.

#### **26.3.10 Raccordi di impermeabilizzazione nella zona platea di fondazione/parete**

1. Per le impermeabilizzazioni contro l'acqua di percolazione ristagnante secondo il punto 3.4 o contro l'acqua in pressione dall'esterno secondo il punto 22.3.5, posate all'esterno, i raccordi vanno eseguiti mediante ripresa sul manto con rimozione della protezione.
2. Per le impermeabilizzazioni secondo il punto 3.6 contro l'acqua in pressione dall'interno ovvero secondo il punto 22.3.7 per aree a verde intensivo, i raccordi vanno realizzati con lamiere preverniciate compatibili con il sistema adottato.

#### **26.3.11 Strati isolanti, strati di separazione, strati di protezione**

1. Strati isolanti su solai e simili devono essere realizzati con isolanti termici resistenti al calpestio. In corrispondenza dei raccordi con risvolti lungo muri o altri elementi costruttivi, devono essere inseriti listelli triangolari della dimensione minima 50 mm/50 mm.
2. Strati di separazione devono essere realizzati con teli di polietilene dello spessore minimo di 0,2 mm.
3. Strati di protezione devono essere realizzati con teli di tessuto non tessuto di fibre sintetiche con una massa di almeno 300 g/m<sup>2</sup>.

### **26.4 PRESTAZIONI ACCESSORIE, PRESTAZIONI PARTICOLARI**

#### **26.4.1 Prestazioni accessorie**

Prestazioni accessorie, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 22.4.1, sono in particolare:

1. Montaggio e smontaggio, nonché messa a disposizione dei ponteggi i cui piani di lavoro ad altezza non superiore a 2 m sopra il terreno o il pavimento.
2. Pulizia del supporto dell'impermeabilizzazione, ad eccezione delle prestazioni di cui al punto 22.4.2.3.

#### 26.4.2 Prestazioni particolari

Prestazioni particolari, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 22.4.2, sono per esempio:

1. Le prestazioni di cui ai punti 22.3.1.4 e 22.3.1.5.
2. Pretrattamento del supporto dell'impermeabilizzazione, per quanto non si tratti di un onere comunque messo a carico dell'Appaltatore.
3. Pulizia del sottofondo da sporcizia grossolana p.es. resti di gesso o malta, colore, olio, per quanto essa non sia imputabile all'Appaltatore.
4. Messa a disposizione di locali di soggiorno e di deposito, se il Committente non mette a disposizione dei locali facilmente chiudibili a chiave.
5. Montaggio e smontaggio nonché messa a disposizione dei ponteggi i cui piani di lavoro si trovino ad una quota più alta di 2 m sopra il piano campagna o il pavimento.
6. Misure protettive.
7. Realizzazione di strati protettivi
8. Apertura e chiusura di cavità.
9. Realizzazione di impermeabilizzazioni in corrispondenza di giunti di dilatazione.
10. Rinforzi di impermeabilizzazioni su superfici, in corrispondenza di spigoli, gole, raccordi, bordi e raccordi.
11. Realizzazione di guscie di raccordo.
12. Realizzazione di raccordi dell'impermeabilizzazione in corrispondenza di penetrazioni, per i collegamenti e raccordi con elementi incorporati, per es. flange adesive o saldate, fascette, barre e profilati di fissaggio, sistemi di raccordo a flange.
13. Riprese sul manto esistente con rimozione della protezione o su lembo sporgente.
14. Fornitura e posa di opera di elementi accessori.
15. Posa in opera e collegamento impermeabile di elementi consegnati dal Committente nonché smontaggio e posa in opera di elementi per prestazioni di altre imprese.
16. Completamento di impermeabilizzazioni in due fasi lavorative per consentire l'esecuzione di lavori di altre imprese, qualora le prestazioni non possono essere fornite senza soluzione di continuità nell'ambito di lavori di impermeabilizzazione similari.
17. Prestazioni per misure particolari per la protezione di elementi costruttivi o di componenti degli impianti nonché di arredi, ad esempio mascheratura di elementi costruttivi o di attrezzature tecniche, applicazione di lastre o di teli protettivi per l'edilizia.
18. Verifiche della qualità dei materiali, degli elementi costruttivi e delle prestazioni, per quanto siano richieste dal Committente oltre alle prestazioni descritte al punto 22.3.1.2.
19. Verifica della resistenza a trazione superficiale del supporto.



## **26.5 CONTABILIZZAZIONE**

Ad integrazione di quanto indicato nelle "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.5, vale quanto segue:

### **26.5.1 Generalità**

La determinazione della prestazione, indipendentemente se avviene secondo il disegno o per misurazione, avviene in base ai seguenti criteri.

#### **26.5.1.1 Per opere da contabilizzare a superficie (m<sup>2</sup>):**

La superficie sarà determinata con metodi geometrici rigorosi per il suo effettivo sviluppo; vengono considerate:

- per le superfici con elementi costruttivi delimitanti, le loro dimensioni misurate fino agli elementi costruttivi delimitanti, non intonacati e non rivestiti,
  - per le superfici senza elementi costruttivi delimitanti, le loro dimensioni effettive,
- Giunti di qualsiasi tipo non verranno detratti.

#### **26.5.1.2 Per opere da contabilizzare a lunghezza (m):**

La lunghezza verrà misurata lungo lo spigolo più lungo dell'elemento finito in opera.

#### **26.5.1.3 Per opere da contabilizzare a pezzo (pz):**

Per divergenze fra le misure dell'elemento progettato e le misure dell'elemento eseguito sono tollerati scostamenti fino a  $\pm 5\%$  sulla superficie o sulle singole dimensioni dell'elemento stesso; scostamenti entro questa tolleranza non comportano la modifica del prezzo

## **27 OPERE DA CONCIATETTI ED IMPERMEABILIZZAZIONI DI COPERTURE**

### **27.1 CAMPO DI APPLICAZIONE**

1. Le presenti DTC "Opere da conciatetti ed impermeabilizzazioni di coperture" si applicano alla realizzazione di coperture discontinue e di impermeabilizzazioni di coperture, con gli strati di tenuta, coibenti e di protezione. Esse si applicano anche per rivestimenti di pareti esterne con eseguiti materiali per coperture discontinue.
2. Le presenti DTC non si applicano per:
  - la realizzazione di coperture con elementi e raccordi metallici da aggirare in opera,
  - la realizzazione di supporti per coperture in listelli o tavolati e la realizzazione di rivestimenti di pareti esterne con scandole in legno,
  - le impermeabilizzazioni contro l'umidità ascendente, contro l'acqua in pressione e non (vedi DTC "Impermeabilizzazioni"),
  - rivestimenti di facciata ventilati eseguiti con materiali diversi da quelli impiegati per coperture discontinue,
  - opere in metallo (vedi DTC "Opere metalliche").
3. A titolo integrativo sono applicabili le DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punti da 1.1 a 1.5. In caso di discordanza prevalgono le prescrizioni specifiche delle presenti DTC.

### **27.2 MATERIALI, ELEMENTI COSTRUTTIVI**

Ad integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.2, vale quanto segue:

Per i principali materiali ed elementi costruttivi normalizzati vengono citate in particolare le seguenti norme tecniche di riferimento:

#### **27.2.1 Materiali per coperture discontinue**

- UNI EN 490 Tegole di calcestruzzo e relativi accessori per coperture e rivestimenti murari - Specifiche di prodotto.
- UNI EN 492 Lastre piane di fibrocemento e relativi accessori - Specifica di prodotto e metodi di prova.
- UNI EN 494 Lastre nervate di fibrocemento e relativi accessori - Specifica di prodotto e metodi di prova.



- UNI EN 501 Elementi per coperture di lamiera metallica. Specifica per elementi per coperture di lamiera di zinco non autoportante.
- UNI EN 502 Elementi per coperture di lamiera metallica - Specifica per elementi per coperture di lamiera di acciaio inossidabile non autoportante.
- UNI EN 505 Elementi per coperture di lamiera metallica - Specifica per elementi per coperture di lamiera di acciaio non autoportante.
- UNI EN 506 Prodotti di lastre metalliche per coperture - Specifiche per prodotti autoportanti di lastre di rame o zinco.
- UNI EN 507 Prodotti per coperture di lamiera metallica - Specifica per prodotti per coperture in lastre di alluminio non autoportanti
- UNI EN 508 Prodotti di lastre metalliche per coperture - Specifiche per prodotti autoportanti in lastre di acciaio, alluminio o acciaio inossidabile – Parte 1 a Parte 3.
- UNI EN 538 Tegole di laterizio per coperture discontinue. Prova di resistenza alla flessione.
- UNI EN 539 Tegole di laterizio per coperture discontinue. Determinazione delle caratteristiche fisiche – Parte 1 e Parte 2.
- UNI EN 1024 Tegole di laterizio per coperture discontinue - Determinazione delle caratteristiche geometriche.
- UNI EN 1304 Tegole di laterizio e relativi accessori - Definizioni e specifiche di prodotto.
- DIN 68119 Scandole di legno.
- UNI EN 12326 Ardesia e prodotti di pietra per coperture discontinue e rivestimenti - Parte 1 e Parte 2

## **27.2.2 Materiali per impermeabilizzazioni di coperture**

- UNI 8818 Membrane per impermeabilizzazione. Classificazione descrittiva del prodotto.

### **27.2.2.1 Membrane bituminose e membrane bituminose polimeriche**

- UNI EN 13707 Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Membrane bituminose armate per l'impermeabilizzazione di coperture - Definizioni e caratteristiche.
- UNI EN 13970 Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Strati bituminosi per il controllo del vapore d'acqua - Definizioni e caratteristiche.

### **27.2.2.2 Membrane sintetiche**

- UNI EN 13956 Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Membrane di materiale plastico e di gomma per l'impermeabilizzazione delle coperture - Definizioni e caratteristiche.
- UNI EN 13984 Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Strati di plastica e di gomma per il controllo del vapore - Definizioni e caratteristiche.

### 27.2.2.3 Sottostrati

- UNI EN 13859-1 Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Definizioni e caratteristiche dei sottostrati - Parte 1: Sottostrati per coperture discontinue.
- UNI EN 13859-2 Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Definizioni e caratteristiche dei sottostrati - Parte 2: Sottostrati murari.

### 27.2.3 Isolanti termici

- UNI EN 622 Pannelli di fibra di legno – Specifiche – Parte 1 a Parte 6.
- UNI EN 13162 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di lana minerale ottenuti in fabbrica - Specificazione.
- UNI EN 13163 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di polistirene espanso ottenuti in fabbrica - Specificazione.
- UNI EN 13164 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di polistirene espanso estruso (XPS) ottenuti in fabbrica - Specificazione.
- UNI EN 13165 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di poliuretano espanso rigido (PUR) ottenuti in fabbrica - Specificazione.
- UNI EN 13166 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di resine fenoliche espanse (PF) ottenuti in fabbrica - Specificazione.
- UNI EN 13167 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di vetro cellulare (CG) ottenuti in fabbrica - Specificazione.
- UNI EN 13168 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di lana di legno (WW) ottenuti in fabbrica - Specificazione.
- UNI EN 13169 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di perlite espansa (EPS) ottenuti in fabbrica - Specificazione.
- UNI EN 13170 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di sughero espanso ottenuti in fabbrica - Specificazione.
- UNI EN 13171 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di fibre di legno (WF) ottenuti in fabbrica - Specificazione.

### 27.3 ESECUZIONE

Ad integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 23.3, vale quanto segue:

### 27.3.1 Generalità

1. In presenza di condizioni atmosferiche non adatte, ad esempio temperature inferiori a +5°C durante lavori di incollaggio oppure umidità, pioggia, neve, gelo, vento rigido e gelo durante lavori con impiego di malta, dovranno essere concordate con il Committente idonee misure particolari. Le prestazioni per mettere in opera tali misure costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 4.2.1).
2. Nel corso delle proprie verifiche l'Appaltatore deve formulare le proprie obiezioni in particolare in caso di condizioni non idonee del supporto.
3. Se per i materiali di fissaggio è prescritta la protezione contro la corrosione mediante zincatura, essa deve rispondere alla norma UNI EN ISO 1461 "Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio - Specificazioni e metodi di prova"; lo strato protettivo deve avere uno spessore non inferiore a 50 µm.
4. Coperture discontinue dovranno costituire una valida barriera alle precipitazioni atmosferiche, le impermeabilizzazioni dovranno essere a perfetta tenuta dell'acqua.

### 27.3.2 Coperture discontinue

#### 27.3.2.1 Generalità

1. L'appaltatore, qualora non esegua egli stesso il supporto della copertura, deve indicare al committente gli interassi dei listelli, le dimensioni delle traversine, dei tavoloni di bordo per compluvi o gronde, gli interassi tra tasselli e simili.
2. Se per coperture non ventilate in progetto è previsto un sottostrato, dovrà essere impiegato un sottostrato di diffusione del vapore ( $s_d < 0,3 \text{ m}$ ), da fissare tuttavia esclusivamente su supporti (isolanti termici) morbidi o lisci (lastre in derivati del legno).
3. Se per coperture ventilate in progetto è previsto un sottostrato, dovranno essere impiegate membrane di tessuto rinforzato. In tale caso la copertura va distanziata dalle traversine portanti.
4. Tavolati dovranno essere rivestiti con un manto sottotegola costituito da una membrana bituminosa secondo UNI EN 13707 "Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Membrane bituminosearmate per l'impermeabilizzazione di coperture - Definizioni e caratteristiche" o da una membrana sintetica.
5. Per gli accessori di fissaggio esposti agli agenti atmosferici, per esempio graffe o ganci, vanno impiegati materiali resistenti alla corrosione.

#### **27.3.2.2 Coperture discontinue con tegole di laterizio e tegole di calcestruzzo**

1. Per manti in tegole di laterizio devono essere impiegate tegole secondo norma UNI EN 1304 con requisiti di impermeabilità per la categoria 1 e di resistenza al gelo secondo il metodo B; per manti in tegole di calcestruzzo queste dovranno rispondere alla norma UNI EN 490.
2. Tegole piatte a coda di castoreo su coperture discontinue vanno posate a secco con sormonto doppio. I compluvi vanno coperti con tegole integrate e raccordate con le falde. I raccordi laterali vanno eseguiti con appositi lamierini di bordo.
3. Coppi su coperture discontinue vanno posate a secco. I compluvi vanno realizzati con converse metalliche incassate. Le coperture vanno suddivise per falde, con raccordi in lamiera predisposti a misura.
4. Tegole in argilla e in calcestruzzo bombate (con risvolto semplice senza incastro) vanno posate a secco. I compluvi vanno realizzati con converse metalliche incassate. Le coperture vanno suddivise per falde, con raccordi in lamiera predisposti a misura.
5. Tegole piane in laterizio con incastri per coperture discontinue vanno posate a secco. Il bordo laterale va realizzato con tegole a doppia onda; i compluvi vanno realizzati con converse metalliche sottostanti.
6. Tegole di calcestruzzo per coperture discontinue vanno posate a secco; esse dovranno presentare un'onda centrale simmetrica – a forma di semicerchio o di segmento – con canale di deflusso piano, incastri longitudinali alti ed all'intradosso nervature trasversali inferiori. Il perimetro del tetto va rifinito con apposite tegole di bordo. I compluvi vanno realizzati con converse metalliche sottostanti.
7. I bordi laterali vanno rifiniti con converse o grembialine in lamiera ovvero con tegole di bordo o tegole terminali.
8. La linea di gronda va realizzata con tegole di gronda, da fissare al supporto ovvero con una scossalina di lamiera.
9. I colmi e i displuvi vanno coperti con tegole in laterizio o calcestruzzo per colmi ovvero con elementi di copertura per colmi da posare a secco.

#### **27.3.2.3 Coperture discontinue con tegole di ardesia**

1. La copertura germanica (a squame con lastre di larghezza irregolare) va eseguita con lastre assortite di sagoma "tedesca" normale, posate con orditura destra su tavolato pieno. I bordi laterali ed i displuvi vanno realizzati con lastre a sbalzo integrate nella copertura. Le linee di gronda vanno terminate con lastre di bordo integrate nella copertura. I colmi vanno eseguiti con copertura semplice a sbalzo. I compluvi vanno rivestiti con lastre integrate nella copertura.

2. La copertura a squame va eseguita con lastre uniformi di sagoma "tedesca" normale, posate con orditura destra su tavolato pieno.  
I bordi laterali ed i displuvi vanno realizzati con lastre a sbalzo integrate nella copertura.  
Le linee di gronda vanno terminate con lastre di bordo integrate nella copertura.  
I colmi vanno eseguiti con copertura semplice a sbalzo.  
I compluvi vanno rivestiti con lastre integrate nella copertura con orditura destra o sinistra.
3. La copertura tedesca con taglio ad arco va eseguita con lastre di ardesia con taglio ad arco su tavolato pieno con orditura destra.  
I bordi e i displuvi vanno realizzati con lastre a sbalzo integrate nella copertura.  
Le linee di gronda vanno eseguite con lastre rifilate a misura.  
I colmi vanno eseguiti in copertura semplice a sbalzo.  
I compluvi vanno rivestiti con lastre integrate nella copertura.
4. La doppia copertura rettangolare va eseguita con lastre di ardesia rettangolari in mezza legatura fissate mediante ganci.  
I bordi laterali vanno coperti con lastre a correre.  
I displuvi vanno eseguiti a copertura semplice con lastre di bordo sovrapposte.  
Le linee di gronda vanno eseguite con apposite lastre di bordo.  
I colmi vanno eseguiti in copertura semplice a sbalzo.  
I compluvi vanno rivestiti con converse metalliche sottostanti.

#### **27.3.2.4 Coperture discontinue con lastre piane di fibrocemento**

1. Per la copertura vanno utilizzate lastre piane di fibrocemento secondo la norma UNI EN 492 "Lastre piane di fibrocemento e relativi accessori - Specifica di prodotto e metodi di prova".
2. La copertura alla tedesca va eseguita con lastre di copertura con taglio ad arco su tavolato pieno con orditura destra.  
I bordi e i displuvi vanno rivestiti con lastre integrate nella copertura.  
Le linee di gronda vanno eseguite con apposite lastre di bordo.  
I colmi vanno eseguiti con lastre sovrapposte con copertura semplice a sbalzo.  
I compluvi vanno rivestiti con lastre per converse sottostanti.
3. La doppia copertura va eseguita con lastre rettangolari in mezza legatura su listelli.  
I bordi laterali vanno coperti a correre.  
I displuvi vanno eseguiti a copertura semplice con lastre di bordo sovrapposte.  
Le linee di gronda vanno eseguite con apposite lastre di bordo.  
I colmi vanno eseguiti in copertura semplice.  
I compluvi vanno rivestiti con converse metalliche sottostanti.

**27.3.2.5 Coperture discontinue con lastre ondulate di fibrocemento**

1. Su coperture dovranno essere utilizzate lastre ondulate di fibrocemento secondo la norma UNI EN 494 con angolo smussato in stabilimento.
2. Per coperture con distanze tra gli appoggi fino a 500 mm ovvero con lastre ondulate corte, il fissaggio va eseguito con chiodi autofilettanti con rondella di tenuta zincati a caldo.
3. I bordi laterali vanno rifiniti con angoli piani; i displuvi vanno coperti con colmi in fibrocemento. Le linee di gronda vanno eseguite con appositi angolari di bordo. I colmi vanno eseguiti con pezzi speciali di colmo a cerniera. I compluvi vanno eseguiti con converse di fibrocemento sottostanti ed incassate.

**27.3.2.6 Coperture discontinue con elementi prefabbricati in metallo**

1. Elementi di copertura prefabbricati in metallo devono essere fissati con viti la cui resistenza alla corrosione deve corrispondere a quella degli elementi stessi.
2. I bordi laterali, i colmi, i displuvi, i compluvi, i raccordi e simili vanno realizzati con pezzi speciali di materiale uguale a quello utilizzato per la copertura stessa.

**27.3.2.7 Coperture discontinue con scandole di legno**

1. La copertura va eseguita a tre strati. Vanno utilizzate scandole normali coniche in larice, spaccate o segate, secondo la norma DIN 68119 "Scandole di legno".
2. Ogni scandola va fissata con due chiodi da scandola in acciaio inossidabile materiale X5CrNi18-10 secondo norma UNI EN 10088-3 "Acciai inossidabili - Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura dei semilavorati, barre, vergella, filo, profilati e prodotti trasformati a freddo di acciaio resistente alla corrosione per impieghi generali.
3. I colmi vanno coperti con scandole parallele al colmo in tre strati sovrapposti.
4. I displuvi vanno eseguiti con scandole disposte a ventaglio a partire dai corsi diritti.
5. I compluvi vanno eseguiti con scandole integrate nella copertura.
6. I raccordi vanno realizzati con scandole opportunamente tagliate. I raccordi laterali vanno protetti con squadrette di raccordo in lamiera.

**27.3.2.8 Coperture discontinue con tegole bituminose**

1. Le coperture con tegole bituminose devono essere eseguite con tegole bituminose a tre strati, armate con feltro di vetro, disposte con sormonto doppio.
2. Le singole tegole bituminose devono essere fissate con almeno 4 chiodi a testa larga, resistenti alla corrosione, secondo la norma UNI EN 10230-1 "Chiodi di filo di acciaio - Chiodi per impieghi generali", prospetto 1 (chiodi a gambo liscio a testa tonda).

3. Lungo la gronda la copertura va dotata di una grondalina in lamiera non rivoltata; la fila di partenza dovrà essere fissata solo mediante chiodatura, la prima fila dovrà essere incollata.
4. Sul bordo laterale va fissato un listello triangolare di altezza non inferiore a 30 mm. Il manto sottotegola e le file di tegole bituminose vanno rivoltate sopra il listello e fissate con chiodi a testa larga. Il bordo dovrà essere rivestito con una copertina in lamiera metallica.
5. I colmi e i displuvi vanno eseguiti con tegole bituminose opportunamente tagliate, posate con doppio sormonto.
6. I compluvi vanno eseguiti con tegole bituminose integrate nella copertura.
7. Su perimetro di elementi emergenti vanno predisposti listelli triangolari di altezza non inferiore a 30 mm. Le tegole bituminose vanno rivoltate verso l'alto e protette con grembialine di lamiera.

#### **27.3.2.9 Coperture discontinue con lastre ondulate bituminose**

1. Le lastre ondulate bituminose vanno posate con adeguate sovrapposizioni e fissate con chiodi autofilettanti con rondella di tenuta. In corrispondenza dei sormonti longitudinali il fissaggio avviene su ogni sommità d'onda, sugli appoggi intermedi il fissaggio avviene su una sommità su due.
2. Lungo la gronda le lastre vanno posate a sbalzo; il fissaggio avviene su ogni sommità d'onda.
3. Lungo i bordi laterali le lastre vanno appoggiate su tutta la lunghezza dell'onda senza interposizione di pezzi speciali.
4. Sui colmi devono essere posati appositi pezzi speciali monolitici.
5. I displuvi vanno eseguiti con pezzi speciali.
6. I compluvi vanno eseguiti con converse metalliche sottostanti.
7. I raccordi con elementi emergenti vanno realizzati con scossaline in lamiera, rivoltate in alto e raccordate con controlamierini.

#### **27.3.2.10 Coperture con giunchi o paglia**

1. Al centro della superficie del tetto la copertura deve avere uno spessore di almeno 30 cm.
2. I tetti cuciti devono essere legati con vimini ovvero con fil di ferro plastificato del diametro di almeno 2 mm.
3. Tutti gli elementi del tetto, per esempio abbaini, displuvi, compluvi, vanno coperti con giunchi o paglia.
4. Lungo i bordi laterali e le gronde la copertura deve sporgere di almeno 15 cm.
5. In corrispondenza dei colmi, la paglia viene piegata, zavorrata e fissata mediante una trave sovrapposta.

### 27.3.3 Coperture continue realizzate con membrane

#### 27.3.3.1 Generalità

1. Per le coperture continue costituite da impermeabilizzazioni vale la norma UNI 8178 "Edilizia. Coperture. Analisi degli elementi e strati funzionali".
2. Strati di protezione pesanti con inerte riportato devono essere eseguiti con ghiaia lavata e senza spigoli vivi della pezzatura 16/32 mm con uno spessore non inferiore a 5 cm.
3. Strati di protezione pesanti con lastre devono essere eseguiti con lastre di calcestruzzo 50 cm x 50 cm x 3,5 cm, posate su un letto di ghiaia lavata e senza spigoli vivi della pezzatura 5/8 mm, ovvero su supporti con interposizione di un feltro di fibra sintetica con massa 300 g/m<sup>2</sup>.
4. Protezioni superficiali costituite da una struttura a strati per sistemi di rinverdimento delle coperture va realizzata secondo la norma DIN 18915 "Tecnologia del giardinaggio negli interventi paesaggistici – Sistemazione del terreno".
5. I bocchettoni di tetti devono essere coibentati e dotati di griglia paraghiaia; su coperture coibentate vanno posti in opera griglie doppie.
6. Lungo i raccordi i bordi superiori delle membrane impermeabili vanno bloccati con scossaline d'alluminio rigide, da fissare ogni 20 cm con tasselli o altri dispositivi idonei e da proteggere a loro volta contro l'infiltrazione delle acque piovane.
7. I risvolti verso l'alto devono essere fissati con scossaline tenute da staffe a scatto. Gli angoli e i raccordi vanno realizzati con pezzi speciali.
8. Le strutture in legno di supporto ed accessorie per raccordi vanno protetti secondo le norme UNI EN 599-1 e -2 "Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno - Prestazioni dei preservanti del legno, utilizzati a scopo preventivo, determinate mediante prove biologiche" – Parte 1 e Parte 2.
9. I fissaggi meccanici eseguiti su lamiere grecate vanno eseguiti con accessori di fissaggio calpestabili.  
In edifici chiusi con altezze non superiori a 20 m, devono essere predisposti almeno 3 fissaggi a m<sup>2</sup> nelle superfici correnti, in prossimità dei bordi almeno 6 fissaggi a m<sup>2</sup> ed in prossimità degli angoli almeno 9 fissaggi a m<sup>2</sup>.
10. Qualora le impermeabilizzazioni sono sottoposte all'azione di forze orizzontali, in prossimità dei bordi devono essere predisposti almeno 3 fissaggi allineati a m.

#### 27.3.3.2 Impermeabilizzazioni di coperture continue con membrane bituminose

1. Per le pitture di imprimitura e di ancoraggio, per esempio su calcestruzzo o metallo, devono essere impiegati prodotti a base di soluzioni o di dispersioni.



2. Gli strati per il controllo del vapore vanno realizzati con membrane bituminose secondo la norma UNI EN 13970 "Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Strati bituminosi per il controllo del vapore d'acqua - Definizioni e caratteristiche" con spessore minimo di 4 mm.
3. L'isolamento termico va realizzato con materiali calpestabili.
4. La diffusione della pressione del vapore deve essere garantita mediante l'incollaggio per punti o a strisce del primo strato dell'impermeabilizzazione del tetto.
5. Per pendenze della copertura pari o superiore a 2%, l'impermeabilizzazione con strato di protezione dev'essere composta da una membrana inferiore bituminosa a saldare, spessa 4 mm e da una membrana superiore di bitume polimero PYE a saldare, spessa 5 mm, ardesiata, secondo la norma UNI EN 13707 "Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Membrane bituminose armate per l'impermeabilizzazione di coperture - Definizioni e caratteristiche.
6. Con pendenza della copertura inferiore a 2%, l'impermeabilizzazione dev'essere composta da una membrana inferiore di bitume polimero PYE a saldare, spessa 4 mm e da una membrana superiore di bitume polimero PYE a saldare, spessa 5 mm, ardesiata, secondo la norma UNI EN 13707.
7. Raccordi e risvolti su muri ed altri elementi costruttivi devono essere eseguiti come segue:
  - listello triangolare di materiale isolante, non inferiore a 50/50 mm,
  - membrana di bitume polimero PYE spessa 4 mm secondo la norma UNI EN 13707, larghezza di taglio 33 cm circa e
  - membrana di bitume polimero PYE spessa 5 mm ardesiata, secondo la norma UNI EN 13707, larghezza di taglio 50 cm circa.
8. I raccordi su lucernari a cupola e simili devono essere inoltre rinforzati con una striscia saldata di membrana di bitume polimero PYE spessa 5 mm, secondo la norma UNI EN 13707. In caso di sollecitazioni allo scorrimento deve essere inserita una striscia di separazione perimetrale larga 10 cm.
9. Le impermeabilizzazioni di tetti su giunti di dilatazione vanno eseguiti come segue:
  - due listelli triangolari di materiale isolante sui bordi del giunto per il sollevamento,
  - striscia di separazione larga circa 33 cm,
  - membrana di bitume polimero PYE spessa 5 mm secondo la norma UNI EN 13707 con larghezza di taglio 50 cm circa, e
  - membrana di bitume polimero PYE spessa 5 mm ardesiata, secondo la norma UNI EN 13707, con larghezza di taglio 75 cm circa.
10. In corrispondenza di giunti strutturali, sugli appoggi vanno posate strisce di copertura di membrana bituminosa armata con tessuto di vetro secondo la norma UNI EN 13707, di larghezza non inferiore a 20 cm, protettiva bloccare contro spostamenti mediante incollaggio unilaterale.

### **27.3.3.3 Impermeabilizzazioni di coperture continue con membrane sintetiche**

1. Le barriere al vapore vanno realizzate con guaine di polietilene secondo la norma UNI EN 13984, spesse 0,4 mm, normalmente incombustibile, posate a secco.
2. Le coibentazioni vanno realizzate con materiali isolanti calpestabili, posati a secco.
3. Per gli strati di separazione devono essere impiegati tessuti in fibra di vetro del peso di almeno 120 g/m<sup>2</sup>.
4. Con una pendenza della copertura pari o superiore a 2%, l'impermeabilizzazione va realizzata con membrane di polivinilcloruro PVC-P o di poliolefine FPO, dello spessore di almeno 1,5 mm, armate con fibre sintetiche, con fissaggio meccanico.
5. Raccordi e risvolti su muri ed altri elementi costruttivi devono essere eseguiti con gli stessi materiali utilizzati per le impermeabilizzazioni delle superfici piane, con strisce larghe 33 cm posate sui raccordi tra manto di copertura e muro.
6. Gli strati di protezione vanno realizzati in feltro di fibra sintetica del peso di almeno 200 g/m<sup>2</sup>.

### **27.3.4 Rivestimenti di pareti esterne**

#### **27.3.4.1 Rivestimenti di pareti esterne con ardesia**

1. Sui rivestimenti di pareti esterne ogni lastra di ardesia dovrà essere fissata con 3 chiodi.
2. Il rivestimento va eseguito con lastre a squame di sagoma "tedesca" normale e grandezza uniforme, fissate su tavolato pieno con manto sottotegola in registri destri senza pendenza. Le superfici vanno suddivise in maniera uniforme. Raccordi e bordi su finestre, porte ecc. vanno rivestiti lastre a sbalzo.

#### **27.3.4.2 Rivestimenti di pareti esterne con lastre piane in fibrocemento**

1. Il rivestimento con lastre di piccole dimensioni deve essere eseguito con lastre rettangolari e con spigoli vivi, posate con doppio sormonto e fissate ciascuna con due chiodi autofilettanti. Raccordi e bordi su finestre, porte ecc. vanno eseguiti con squadrette in lamiera posate a filo.
2. Per rivestimento con lastre di grande dimensione dovranno essere impiegate lastre rettangolari e con spigoli vivi, posate con doppio sormonto e fissate ciascuna con 12 chiodi autofilettanti. Raccordi e bordi su finestre, porte e simili vanno eseguiti a filo.

#### **27.3.4.3 Rivestimenti di pareti esterne con lastre ondulate di fibrocemento**

1. Per rivestimento di pareti esterne devono venire impiegate lastre ondulate di fibrocemento non forate, con smusso d'angolo predisposto in officina, posate con sormonto longitudinale e laterale. Il numero e il tipo degli accessori di fissaggio dev'essere verificato mediante calcolo. Angoli esterni devono essere rivestiti con pezzi speciali. Angoli concavi vanno rivestiti con pezzi speciali per angoli in fibrocemento. Bordi superiori vanno coperti a correre.

#### **27.3.4.4 Rivestimenti di pareti esterne con elementi prefabbricati in metallo**

1. Rivestimenti di pareti esterne con elementi di piccole dimensioni vanno eseguiti con elementi romboidali di zinco al titanio allungati con risvolti semplici perimetrali. Gli elementi vanno fissati con accessori dello stesso metallo ovvero con chiodi autofilettanti in acciaio inossidabile.

### **27.4 PRESTAZIONI ACCESSORIE, PRESTAZIONI PARTICOLARI**

#### **27.4.1 Prestazioni accessorie**

Prestazioni accessorie, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.4.1, sono in particolare:

1. Montaggio e smontaggio nonché messa a disposizione di ponteggi con piani di lavoro di altezza non maggiore di 2 m rispetto al terreno o al pavimento.
2. Pulizia del supporto, ad eccezione delle prestazioni di cui al punto 23.4.2.4.
3. Presentazione di campioni prefiniti di tipo corrente.

#### **27.4.2 Prestazioni particolari**

Prestazioni particolari, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 23.4.2, sono per esempio:

1. Misure per la protezione contro l'azione di condizioni climatiche avverse secondo punto 3.1.1.
2. Messa a disposizione di locali di soggiorno e di deposito, qualora il committente non metta a disposizione locali che si possano facilmente chiudere a chiave.
3. Montaggio e smontaggio nonché messa a disposizione di ponteggi con piani di lavoro di altezza superiore a 2 m rispetto al terreno o al pavimento.
4. Montaggio e smontaggio di reti di protezione.
5. Pulizia del sottofondo da sporcizia grossolana, come residui di gesso, malta, pitture, olio, qualora essa non sia imputabile all'Appaltatore.
6. Realizzazione di ancoraggi fissi da lasciare in opera, per esempio per ponteggi, reti di protezione.
7. Sistemazione di ondulazioni e scostamenti dimensionali del supporto maggiori di quelli ammissibili secondo le norme UNI 10462 "Elementi edilizi. Tolleranze dimensionali. Definizione e classificazione" e DIN 18202 "Tolleranze dimensionali nell'edilizia – Costruzioni".
8. Foderatura della sottostruttura su uno spessore maggiore di 20 mm per la predisposizione di superfici piane, per esempio mediante applicazione di listelli.
9. Fornitura delle verifiche statiche e tecnico-fisiche.
10. Provvedimenti per la protezione contro il fuoco, i rumori, l'umidità e le radiazioni nonché di coibentazione, nella misura in cui essi eccedano quelli citati al punto 3.

11. Predisposizione di disegni di montaggio, di posa e di dettaglio nonché di disegni esecutivi.
12. Predisposizione di superfici campione, costruzioni tipo e modelli, per quanto non rientrino nella prestazione da fornire.
13. Predisposizione e/o chiusura di cavità fuori dal normale ciclo di lavoro, per esempio di fori nelle strutture di supporto.
14. Completamento di coperture e di impermeabilizzazioni in due o più fasi lavorative per permettere l'esecuzione dei lavori di altre imprese, qualora le prestazioni non possono venire fornite senza soluzione di continuità nell'ambito di altri lavori della stessa categoria da eseguire sullo stesso cantiere.
15. Prestazioni per misure particolari per la protezione di elementi costruttivi o di componenti degli impianti nonché di arredi, ad esempio mascheratura di serramenti, scale, manufatti in legno, copertura a tenuta di polvere di arredi sensibili e di attrezzature tecniche, diaframmi contro la polvere, tettoie provvisorie, messa in opera di lastre o di teli protettivi per l'edilizia.
16. Posa in opera, copertura e impermeabilizzazione di elementi forniti dal committente.
17. Eliminazione e/o montaggio di elementi rientranti nelle prestazioni di altre imprese.
18. Raccordo e/o posa di elementi fuori dal normale ciclo di lavoro.
19. Raccordi ad elementi incorporati, per esempio a pareti, velette, elementi emergenti.
20. Rinforzo dell'impermeabilizzazione sulla superficie, in corrispondenza di spigoli, compluvi, raccordi, bordi, giunti, elementi emergenti e simili.
21. Rivestimento di montanti di abbaini.
22. Fornitura e/o posa in opera di accessori, per esempio di ganci di sicurezza, aeratori.

## **27.5 CONTABILIZZAZIONE**

Ad integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.5, vale quanto segue:

### **27.5.1 Generalità**

1. Per determinare le prestazioni fornite, indipendentemente se da disegno o da rilievo in sito, vanno presi in considerazione i seguenti criteri:
  - a. Per opere da contabilizzare a superficie (m<sup>2</sup>):
    - delimitate da elementi costruttivi, per esempio velette, pareti, vengono misurate le superfici finite fino agli elementi confinanti non intonacati o rivestiti,
    - non delimitate da elementi costruttivi, saranno rilevate le dimensioni esterne effettive.
  - b. Per gli strati coibenti valgono le misure esterne dei singoli strati. Non verranno detratti di tavoloni, travetti e simili.

c. Per i rivestimenti di pareti esterne verranno considerate le misure finite del rivestimento.

2. Per la determinazione delle misure sarà presa in considerazione la misura massima, se del caso sviluppata. Giunti non vengono detratti.
3. Quando le coperture o le impermeabilizzazioni si raccordano a colmi, displuvi e compluvi, valgono le misure fino alla mezzera del colmo, del displuvio o del compluvio.
4. Per opere da contabilizzare a superficie (m<sup>2</sup>) non si portano in detrazione pezzi speciali incorporati, per esempio tegole con aeratori, pezzi singoli, tegole d'angolo, tegole traslucide.
5. Qualora un'apertura interessi superfici adiacenti da contabilizzare distintamente, per la determinazione delle detrazioni da operare, si terrà conto della rispettiva quota di pertinenza dell'apertura.
6. Per le coperture, i rivestimenti e le impermeabilizzazioni di colmi, displuvi, compluvi, bordi e simili si terrà conto della lunghezza della mezzera, misurata una sola volta.

#### **27.5.2 Opere portate in detrazione**

##### **27.5.2.1 Per opere da contabilizzare a superficie (m<sup>2</sup>):**

Saranno detratte cavità con superficie singola maggiore di 2,5 m<sup>2</sup>, ad esempio per camini, finestre, lucernari, abbaini; per cavità di superficie maggiore verrà dedotta solo la parte eccedente la misura di 2,5 m<sup>2</sup> a compenso dei maggiori oneri per la formazione del foro o riquadro. Per determinare le quantità da detrarre si terrà conto delle misure minime della cavità, ad esempio del foro, della compenetrazione, dell'intersezione.

Vengono detratte per intero aperture, fori e nicchie la cui formazione viene già compensata con apposite voci di capitolato, ad esempio per telai, riquadrature e simili.

##### **27.5.2.2 Per opere da contabilizzare a lunghezza (m):**

Vengono portate in detrazione interruzioni singole con lunghezza fino a 1 m, misurate lungo la lunghezza sviluppata dello spigolo più corto dell'interruzione.

#### **27.6 SPECIFICHE DI PROGETTO**

##### **27.6.1 Manto impermeabile a base bituminosa**

Manto impermeabile costituito da doppia membrana applicata a fiamma su idoneo piano di posa orizzontale o inclinato, compresa imprimitura a base bituminosa del fondo, formazione di colli perimetrali di raccordo, sfridi, sormonti e assistenze murarie.



#### **27.6.2 Vernice protettiva della guaina bituminosa in copertura**

Protezione delle stratificazioni o manti impermeabili con vernice protettiva data in opera in due mani successive.

## 28 OPERE DA LATTONIERE

### 28.1 CAMPO DI APPLICAZIONE

7. Le presenti DTC "Opere da lattoniere" si applicano all'esecuzione di coperture metalliche, di rivestimenti di pareti, costituiti da elementi di materiali metallici da aggirare sul cantiere, e di opere da lattoniere.
8. Le presenti DTC non si applicano a:
  - coperture di lamiera grecate normalizzate (vedi DTC „Opere da conciatetti ed impermeabilizzazioni di coperture“),
  - facciate e rivestimenti con materiali metallici (vedi DTC „Opere metalliche“).
9. A titolo integrativo sono applicabili le DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punti da 1.1 a 1.5. In caso di discordanza prevalgono le prescrizioni specifiche delle presenti DTC.

### 28.2 MATERIALI, ELEMENTI COSTRUTTIVI

Ad integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 2, vale quanto segue:

Per i principali materiali ed elementi costruttivi normalizzati vengono citate in particolare le seguenti norme tecniche di riferimento:

#### 28.2.1 Lamiere e nastri di zinco

- UNI EN 988 Zinco e leghe di zinco. Prescrizioni per prodotti laminati piani per edilizia.

#### 28.2.2 Lamiere e nastri di acciaio

##### 28.2.2.1 Lamiere e nastri di acciaio zincato a caldo e verniciato

- UNI EN 10143 Lamiere sottili e nastri di acciaio con rivestimento metallico applicato per immersione a caldo in continuo. Tolleranze dimensionali e di forma.
- UNI EN 10346 Prodotti piani di acciaio rivestiti per immersione a caldo in continuo - Condizioni tecniche di fornitura

##### 28.2.2.2 Lamiere e nastri di acciaio inossidabile

- UNI EN 10028-7 Prodotti piani di acciai per recipienti a pressione. Parte 7: Acciai inossidabili.
- UNI EN 10088-2 Acciai inossidabili. Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura delle lamiera, dei fogli e dei nastri di acciaio resistente alla corrosione per impieghi generali.

- UNI EN ISO 9445 Nastri, bandelle, nastri larghi e lamiere di acciaio inossidabile laminati Parti 1 e 2 a freddo in continuo - Tolleranze sulle dimensioni e sulla forma.

#### **28.2.3 Lamiere, nastri e profilati di rame**

- UNI EN 1652 Rame e leghe di rame. Piastre, lastre, nastri e dischi per usi generali.
- UNI EN 1172 Rame e leghe di rame - Lastre e nastri per edilizia UNI EN 13148 Rame e leghe di rame - Nastri stagnati a caldo

#### **28.2.4 Alluminio e leghe di alluminio**

- UNI EN 485-1 Alluminio e leghe di alluminio - Lamiere, nastri e piastre - Parte 1: Condizioni tecniche di collaudo e fornitura.
- UNI EN 485-2 Alluminio e leghe di alluminio - Lamiere, nastri e piastre - Parte 2: Caratteristiche meccaniche.
- UNI EN 485-4 Alluminio e leghe di alluminio. Lamiere, nastri e piastre. Tolleranze dimensionali e di forma dei prodotti laminati a freddo.
- UNI EN 573-3 Alluminio e leghe di alluminio - Composizione chimica e forma dei prodotti semilavorati - Parte 3 - Composizione chimica e forme dei prodotti.
- UNI EN 754-1 Alluminio e leghe di alluminio - Barre e tubi trafilati a freddo - Parte 1: Condizioni tecniche di controllo e fornitura
- UNI EN 754-2 Alluminio e leghe di alluminio - Barre e tubi trafilati - Parte 2: Caratteristiche meccaniche.
- UNI EN 755-1 Alluminio e leghe di alluminio - Barre, tubi e profilati estrusi - Parte 1: Condizioni tecniche di controllo e di fornitura
- UNI EN 755-2 Alluminio e leghe di alluminio - Barre, tubi e profilati estrusi - Parte 2: Caratteristiche meccaniche.
- UNI EN 1396 Alluminio e leghe di alluminio - Lamiere e nastri trattati superficialmente in bobine per applicazioni generali - Specifiche.

#### **28.2.5 Lamiere di piombo e di leghe di piombo**

- UNI EN 12548 Piombo e leghe di piombo. Leghe di piombo in lingotti per guaine e manicotti per cavi elettrici.
- UNI EN 12588 Piombo e leghe di piombo. Lastre di piombo laminate per edilizia.

#### **28.2.6 Elementi costruttivi zincati a caldo e piombati a caldo**

- UNI EN ISO 1461 Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio. Specificazioni e metodi di prova.



Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su manufatti di acciaio devono essere perfettamente aderenti e compatti.

#### **28.2.7 Materiali di collegamento (materiali per saldatura e brasatura) ed elementi di connessione**

- UNI EN ISO 3506 Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio [Parti 1 a 4] inossidabile resistente alla corrosione – Parte 1 a Parte 4
- UNI EN 1045 Brasatura forte - Flussi per brasatura forte - Classificazione e condizioni tecniche di fornitura
- UNI EN ISO 9453 Leghe per brasatura dolce - Composizione chimica e forme.
- UNI EN ISO 18273 Materiali d'apporto per saldatura - Fili elettrodi, fili e bacchette per la saldatura dell'alluminio e delle leghe di alluminio – Classificazione
- UNI EN 29454-1 Flussi per brasatura dolce. Classificazione e caratteristiche. Classificazione, etichettatura e imballaggio
- UNI EN ISO 3581 Materiali d'apporto per saldatura - Elettrodi rivestiti per la saldatura manuale ad arco di acciai inossidabili e resistenti ad alta temperatura - Classificazione UNI EN ISO 17672 Brasatura forte - Metalli d'apporto.

#### **28.2.8 Canali di gronda e pluviali**

- UNI EN 607 Canali di gronda e relativi accessori di PVC non plastificato - Definizioni, requisiti e prove
- UNI EN 612 Canali di gronda con nervatura irrigidente frontale e pluviali giuntati a freddo di lamiera metallica
- UNI EN 1462 Supporti per canali di gronda - Requisiti e prove.

### **28.3 ESECUZIONE**

Ad integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 3, vale quanto segue:

#### **28.3.1 Generalità**

10. In caso di condizioni climatiche avverse, ad esempio con umidità o temperature inferiori a +5°C nel caso di lavori di incollaggio, acqua stagnante, temperature del metallo inferiori a +10°C in caso di lavori con zinco al titanio ovvero neve e ghiaccio, si dovranno concordare con il Committente gli opportuni accorgimenti da intraprendere.

Gli accorgimenti da adottare costituiscono prestazioni particolari (vedi punto 4.2.1).

11. Nel corso delle proprie verifiche l'Appaltatore dovrà formulare le proprie obiezioni, in particolare nei seguenti casi:

- scostamento dello stato di fatto dalle previsioni,
- resistenza meccanica insufficiente o configurazione inadeguata del supporto,
- irregolarità e dislivelli del supporto maggiori di quelli ammissibili,
- condizioni climatiche avverse secondo punto 3.1.1,
- possibilità di ancoraggio mancanti o inadeguate su raccordi, aperture o elementi emergenti,
- carente aerazione e ventilazione per coperture e rivestimenti di pareti ventilati,
- tipo e posizione inadeguati di elementi emergenti, dispositivi di scarico delle acque, raccordi, soglie e simili,
- mancanza dei punti di riferimento,
- mancante o insufficiente libertà di dilatazione, ad esempio salti di quota,
- presupposti per la realizzazione di scarichi di troppopieno mancanti o carenti, - mancanza di supporti o traverse predisposte a cavallo di elementi emergenti del tetto, - distanze eccessive degli appoggi.

12. In caso di impiego di metalli differenti, anche se non a contatto tra di loro, si dovranno prevenire i reciproci effetti dannosi, ponendo attenzione alla direzione del deflusso dell'acqua.

- I metalli vanno protetti contro le azioni dannose di materiali contigui, ad esempio mediante strati separatori.

13. I raccordi ed i fissaggi vanno eseguiti in modo che gli elementi possano dilatarsi, contrarsi o spostarsi a seguito di variazioni di temperatura senza subire danni. In tale caso si terrà conto di una escursione termica di 100 K nella fascia tra  $-20^{\circ}\text{C}$  e  $+80^{\circ}\text{C}$ . Le distanze tra gli elementi di dilatazione vanno scelte in base al loro tipo ed in base alla tipologia ed alla disposizione degli elementi costruttivi coinvolti. Per le distanze tra i giunti stessi vale la tabella 1. Per le distanze da angoli o punti fissi le distanze indicate vanno dimezzate.

- Le opere devono essere protette contro il risucchio in caso di forte vento. Devono essere impiegate graffette di produzione industriale. Il fissaggio deve essere doppio; il carico dinamico ammissibile a graffetta deve essere di almeno 400 N.

Graffette, chiodi e viti devono avere i requisiti riportati nella tabella 2.

14. I supporti per mantovane e converse nella zona di coperture vanno incassati a raso ed avvitati a scomparsa.

- I raccordi ad elementi emergenti vanno alzati sopra il livello superiore della copertura del tetto di almeno 150 mm, quando la pendenza non è superiore a  $5^{\circ}$  (8,8%), e di almeno 100 mm, quando la pendenza è superiore a  $5^{\circ}$  (8,8%).

15. I raccordi metallici da incollare devono avere una superficie di incollaggio di larghezza non inferiore a 120 mm. I giunti vanno eseguiti a tenuta dell'acqua. Con lunghezze superiori a 3 m, vanno eseguiti fissaggi di tipo indiretto.

### **28.3.2 Coperture metalliche in lamiera aggraffata, aggraffata su listello nonché saldata a rulli**

16. Le coperture di tetto metalliche vanno realizzate con nastri o pannelli. Per l'esecuzione valgono le tabelle da 3 a 7.

Per gli spessori minimi e le larghezze delle doghe in funzione dell'altezza delle costruzioni vale la tabella 3.

Per la distanziatura ed il numero delle graffette valgono nelle zone di azione del vento da 1 a 3 secondo la norma UNI EN 1991-1-4 le figure da 1 a 3, collegate alle tabelle da 4 a 6.

17. Con pendenze del tetto fino a 30° (5,2%), le aggraffature longitudinali vanno impermeabilizzate.

- Per coperture di zinco al titanio, la pendenza non deve essere inferiore a 3° (5,2%); con pendenze fino a 15° (26,8%) vanno inseriti strati di separazione con funzione drenante.

18. Le coperture aggraffate devono avere giunti a doppia aggraffatura, perpendicolari alla linea di gronda, con un'altezza di almeno 23 mm.

- I listelli per coperture listellate devono avere una sezione non inferiore a 40 mm x 40 mm.

19. Tra gli spigoli inferiori della bordatura longitudinale delle doghe va prevista una distanza di almeno 3 mm per l'assorbimento della dilatazione delle aggraffature.

- Se la distanza tra il colmo e la gronda è maggiore della lunghezza ammissibile delle doghe, va previsto un giunto di dilatazione secondo la tabella 8.

20. La gronda va realizzata in maniera che possano essere assorbite le dilatazioni longitudinali delle doghe e i carichi dovuti alla depressione da vento. Le estremità delle doghe devono essere rivoltate e fissate alla lamiera di bordo con funzione di fascetta di aggancio.

- In caso di tetti aerati, la realizzazione della copertura metallica non deve pregiudicare la funzionalità del sistema di aerazione.

21. I giunti trasversali vanno eseguiti secondo la tabella 9 in funzione della pendenza del tetto.

### **28.3.3 Rivestimenti metallici di pareti**

22. I rivestimenti di pareti vanno realizzati con doghe o pannelli con aggraffatura angolare.

23. Per l'esecuzione di rivestimenti di facciate ventilate vale la norma DIN 18516-1 „Rivestimenti di facciate ventilate - Parte 1: Prescrizioni, indicazione per le prove“.

- Le strutture di supporto devono essere montate a piombo e perfettamente allineate in funzione della larghezza delle doghe.

24. Per la distanziatura ed il numero delle graffette è applicabile nelle zone di azione del vento da 1 a 3 secondo la norma UNI EN 1991-1-4 la figura 4 in collegamento con la tabella 7.

- Il bordo delle lamiere di spessore inferiore a 1 mm va rivoltato o bordato.

#### 28.3.4 Compluvi

25. I compluvi di metallo vanno eseguiti su ambo i lati con bordo rivoltato.

26. Le sovrapposizioni senza brasatura deve essere larghe almeno 100 mm. Per pendenze del compluvio inferiori a 15° (26,8%), le sovrapposizioni devono essere impermeabili all'acqua.

- I compluvi di coperture metalliche devono essere appoggiati su tutta la loro superficie.

#### 28.3.5 Opere da lattoniere di altro tipo

27. Lo spessore di lamiera richiesto va scelto in funzione delle dimensioni, dello sviluppo, della sagomatura, del tipo di fissaggio, del supporto e del materiale utilizzato.

Per gli spessori minimi delle scossaline di bordo, delle copertine e delle lamiere di raccordo valgono le indicazioni della tabella 10.

28. Le scossaline, le copertine e le lamiere di raccordo vanno montate a scomparsa con elementi di fissaggio protetti contro la corrosione.

- Le copertine devono avere un gocciolatoio di bordo distante almeno 20 mm dagli elementi della costruzione ricoperti.

29. Gli angoli vanno eseguiti a perfetta tenuta dell'acqua piovana.

- Controlamierini, grondaline o grembiulini vanno fissati almeno ogni 250 mm, profili di raccordo con muro almeno ogni 200 mm.

30. I supporti per canali di gronda vanno incassati a raso nel tavolato e vanno fissati a scomparsa.

#### 28.3.6 Tabelle e figure

**Tabella 1: Distanze massime degli elementi di dilatazione**

Riga	Esecuzione nonché tipo e disposizione degli elementi	Distanza mass. m
1	scossaline, raccordi angolari, fascette d'aggancio e canalette per shed incollate sotto il piano di scorrimento dell'acqua	6 m
2	per profilati estrusi	6 m
3	copertine di muri, scossaline e gronde interne, non incollate con sviluppo <500 mm sopra il piano di scorrimento dell'acqua	8 m
	per elementi di acciaio	14 m
4	doghe per coperture e rivestimenti di pareti nonché gronde interne, non incollate con sviluppo $\leq 500$ mm e per canali di gronda in nastri con sviluppo >500 mm	10 m
	per elementi di acciaio	14 m
5	per canali di gronda in nastri con sviluppo fino a 500 mm	15 m

**Tabella 2: Graffette, chiodi, viti; requisiti**

Materiale <sup>b</sup> degli elementi da fissare	Graffette		Accessori di fissaggio <sup>a</sup>			
	Materiale	spess. mm	Chiodi a gambo profilato <sup>d</sup>		Viti a testa svasata	
			Materiale	spessore mm	Materiale	spessore mm
alluminio	acciaio inossidabile <sup>a</sup> acciaio zincato	≥ 0,4 ≥ 0,6	acciaio inossidabile acciaio zincato	≥ (2,8 × 25)	acciaio inossidabile acciaio zincato	≥ (4 × 25)
piombo	acciaio inossidabile <sup>a</sup> rame	≥ 0,4 ≥ 0,7	acciaio inossidabile, rame	≥ (2,8 × 25) ≥ (2,8 × 25)	acciaio inossidabile, acciaio zincato	≥ (4 × 30)
acciaio inossidabile	acciaio inossidabile <sup>a</sup>	≥ 0,4	acciaio inossidabile	≥ (2,8 × 25)	acciaio inossidabile	≥ (4 × 25)
rame	acciaio inossidabile <sup>a</sup> rame	≥ 0,4 ≥ 0,6	acciaio inossidabile rame	≥ (2,8 × 25) ≥ (2,8 × 25)	acciaio inossidabile	≥ (4 × 25)
zinco al titanio	Acciaio inossidabile <sup>a</sup>	≥ 0,4	acciaio inossidabile,	≥ (2,8 × 25)	acciaio inossidabile,	≥ (4 × 25)
	acciaio zincato	≥ 0,6	acciaio zincato		acciaio zincato	
	zinco al titanio	≥ 0,8	acciaio inossidabile	≥ (2,8 × 25)	acciaio inossidabile, acciaio zincato	≥ (4 × 25)
acciaio zincato a caldo	acciaio zincato	≥ 0,6	acciaio zincato	≥ (2,8 × 25)	acciaio zincato	≥ (4 × 25)
	acciaio inossidabile <sup>a</sup>	≥ 0,4	acciaio inossidabile	≥ (2,8 × 25)	acciaio inossidabile	≥ (4 × 25)

<sup>a</sup> Graffette di acciaio inossidabile possono essere impiegate con coperture di ogni materiale (lambi inferiori con spigoli arrotondati)

<sup>b</sup> I tavolati di supporto devono avere uno spessore minimo di 30 mm in caso di coperture di piombo e di 24 mm con tutti gli altri materiali (22 mm per pannelli in legno lamellare).

<sup>c</sup> Per ogni graffetta almeno 2 pezzi con una profondità di infissione non inferiore a 20 mm.

<sup>d</sup> Sono ammessi anche chiodi a gambo profilato in acciaio inossidabile ed in acciaio zincato a caldo 2,5 mm x 25 mm della classe di resistenza 3/C secondo la norma DIN 20000-6.

Tabella 3: Coperture metalliche: spessori minimi e larghezza delle doghe in funzione dell'altezza dell'edificio

Altezza dell'edificio	Spessore dei nastri e larghezza massima delle doghe															
h	fino a 10 m				da 10 a 20 m				da 20 a 50 m				da 50 a 100 m			
larghezza delle doghe mm <sup>a</sup>	520	590	620	720	520	590	620	720	520	590	620	720	520	590	620	
materiale	spessore minimo dei nastri															
	mm															
alluminio	0,7	0,7	0,8	— <sup>b</sup>	0,7	0,7	0,8	— <sup>b</sup>	0,7	0,7	— <sup>b</sup>	— <sup>b</sup>	0,7	0,7	— <sup>b</sup>	
rame	0,6	0,6	0,6	— <sup>b</sup>	0,6	0,6	0,6	— <sup>b</sup>	0,6	0,6	— <sup>b</sup>	— <sup>b</sup>	0,6	0,6	— <sup>b</sup>	
zinco al titanio	0,7	0,7	0,7	— <sup>b</sup>	0,7	0,7	0,7	— <sup>b</sup>	0,7	0,7	— <sup>b</sup>	— <sup>b</sup>	0,7	0,7	— <sup>b</sup>	
acciaio zincato	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	
acciaio inossidabile	0,4	0,5	0,5	— <sup>b</sup>	0,4	0,5	0,5	— <sup>b</sup>	0,4	0,5	— <sup>b</sup>	— <sup>b</sup>	0,5	0,5	— <sup>b</sup>	

<sup>a</sup> Le larghezze delle doghe si ricavano dalle larghezze dei nastri ovvero delle lamiere di 600 mm, 670 mm, 700 mm, 800 mm e 1000 mm, detraendo 80 mm per coperture aggraffate. Impiegando una macchina sagomatrice si ottengono nastri più larghi di 10 mm. Per le coperture listellate la minore larghezza delle doghe va determinata in funzione della sezione del listello.

Altezza dell'edificio	Spessore dei nastri e larghezza massima delle doghe															
h	fino a 10 m				da 10 a 20 m				da 20 a 50 m				da 50 a 100 m			
larghezza delle doghe mm <sup>a</sup>	520	590	620	720	520	590	620	720	520	590	620	720	520	590	620	
materiale	spessore minimo dei nastri															
	mm															

<sup>b</sup> non ammissibile.

**Tabella 4: Coperture metalliche: distanza in mm e numero a m<sup>2</sup> delle graffette in funzione della larghezza delle doghe e dell'altezza dell'edificio nella zona di azione del vento 1 per coperture piane, a due falde, a farfalla, ad una falda ed a padiglione**

Zona di azione del vento 1																
Altezza edificio		fino a 10 m				da 10 a 20 m				da 20 a 50 m				da 50 a 100 m		
larghezza delle doghe in mm		520	590	620	720	520	590	620	720	520	590	620	720	520	590	620
	Fele	330	290	270	240	250	220	210	180	180	160	150	130	150	130	130
	V	5,9	5,9	5,9	5,9	7,6	7,6	7,6	7,6	10,7	10,7	10,7	10,7	12,7	12,7	12,7
	F	380	330	320	270	290	260	250	210	210	180	180	150	180	150	150
Tetto		5,1	5,1	5,1	5,1	6,6	6,6	6,6	6,6	9,2	9,2	9,2	9,2	11,0	11,0	11,0
( $\alpha \leq 30^\circ$ )	G	470	420	400	340	370	320	310	260	260	230	220	190	220	190	180
		4,1	4,1	4,1	4,1	5,3	5,3	5,3	5,3	7,4	7,4	7,4	7,4	8,8	8,8	8,8
	H	500	500	500	500	500	500	500	440	440	380	370	310	370	320	310
		3,8	3,4	3,2	2,8	3,8	3,4	3,2	3,2	4,4	4,4	4,4	4,4	5,3	5,3	5,3
	J	500	500	500	460	490	430	410	350	350	310	290	250	290	260	250
		3,8	3,4	3,2	3,0	3,9	3,9	3,9	3,9	5,5	5,5	5,5	5,5	6,6	6,6	6,6
	Fele	400	350	330	290	250	220	210	180	180	160	150	130	150	130	130
	V	4,9	4,9	4,9	4,9	7,6	7,6	7,6	7,6	10,7	10,7	10,7	10,7	12,7	12,7	12,7
	F	500	500	500	460	490	430	410	350	350	310	290	250	290	260	250
Tetto		3,8	3,4	3,2	3,0	3,9	3,9	3,9	3,9	5,5	5,5	5,5	5,5	6,6	6,6	6,6
( $\alpha > 30^\circ$ )	G	470	420	400	340	370	320	310	260	260	230	220	190	220	190	180
		4,1	4,1	4,1	4,1	5,3	5,3	5,3	5,3	7,4	7,4	7,4	7,4	8,8	8,8	8,8
	H	500	500	500	500	500	500	500	440	440	380	370	310	370	320	310
		3,8	3,4	3,2	2,8	3,8	3,4	3,2	3,2	4,4	4,4	4,4	4,4	5,3	5,3	5,3
	J	500	500	500	500	500	500	470	410	400	350	340	290	340	300	280
		3,8	3,4	3,2	2,8	3,8	3,4	3,4	3,4	4,8	4,8	4,8	4,8	5,7	5,7	5,7

**Tabella 5: Coperture metalliche: distanza in mm e numero a m<sup>2</sup> delle graffette in funzione della larghezza delle doghe e dell'altezza dell'edificio nella zona di azione del vento 2 per coperture piane, a due falde, a farfalla, ad una falda ed a padiglione**

Zona di azione del vento 2																	
Altezza edificio		fino a 10 m				da 10 a 20 m				da 20 a 50 m				da 50 a 100 m			
larghezza delle doghe in mm		520	590	620	720	520	590	620	720	520	590	620	720	520	590	620	
	Felev	270	240	220	190	210	180	170	150	150	130	120	110	120	110	100	
		7,2	7,2	7,2	7,2	9,4	9,4	9,4	9,4	13,1	13,1	13,1	13,1	15,6	15,6	15,6	

	F	310	270	260	220	240	210	200	170	170	150	140	120	140	130	120
Tetto		6,2	6,2	6,2	6,2	8,1	8,1	8,1	8,1	11,3	11,3	11,3	11,3	13,4	13,4	13,4
(α ≤ 30°)	G	390	340	330	280	300	260	250	220	210	190	180	150	180	160	150
		5,0	5,0	5,0	5,0	6,5	6,5	6,5	6,5	9,0	9,0	9,0	9,0	10,7	10,7	10,7
	H	500	500	500	470	500	440	420	360	360	310	300	260	300	260	250
		3,8	3,4	3,2	3,0	3,9	3,9	3,9	3,9	5,4	5,4	5,4	5,4	6,4	6,4	6,4
	J	500	460	430	370	400	350	330	290	280	250	240	210	240	210	200
		3,8	3,7	3,7	3,7	4,8	4,8	4,8	4,8	6,8	6,8	6,8	6,8	8,0	8,0	8,0
	Felev	320	290	270	230	210	180	170	150	150	130	120	110	120	110	100
		5,9	5,9	5,9	5,9	9,4	9,4	9,4	9,4	13,1	13,1	13,1	13,1	15,6	15,6	15,6
	F	500	460	430	370	400	350	330	290	280	250	240	210	240	210	200
Tetto		3,8	3,7	3,7	3,7	4,8	4,8	4,8	4,8	6,8	6,8	6,8	6,8	8,0	8,0	8,0
(α > 30°)	G	390	340	330	280	300	260	250	220	210	190	180	150	180	160	150
		5,0	5,0	5,0	5,0	6,5	6,5	6,5	6,5	9,0	9,0	9,0	9,0	10,7	10,7	10,7
	H	500	500	500	470	500	440	420	360	360	310	300	260	300	260	250
		3,8	3,4	3,2	3,0	3,9	3,9	3,9	3,9	5,4	5,4	5,4	5,4	6,4	6,4	6,4
	J	500	500	500	430	460	400	380	330	330	290	280	240	280	240	230
		3,8	3,4	3,2	3,2	4,2	4,2	4,2	4,2	5,9	5,9	5,9	5,9	7,0	7,0	7,0

**Tabella 6: Coperture metalliche: distanza in mm e numero a m<sup>2</sup> delle graffette in funzione della larghezza delle doghe e dell'altezza dell'edificio nella zona di azione del vento 3 per coperture piane, a due falde, a farfalla, ad una falda ed a padiglione**



Zona di azione del vento 3																
Altezza edificio	fino a 10 m				da 10 a 20 m				da 20 a 50 m				da 50 a 100 m			
larghezza delle doghe in mm	520	590	620	720	520	590	620	720	520	590	620	720	520	590	620	
Felev	220	190	190	160	170	150	140	120	120	110	100	90	100	90	90	
	8,7	8,7	8,7	8,7	11,2	11,2	11,2	11,2	15,8	15,8	15,8	15,8	18,7	18,7	18,7	
F	260	230	220	190	200	180	170	140	120	120	100	100	120	110	100	
	7,5	7,5	7,5	7,5	9,7	9,7	9,7	9,7	13,6	13,6	13,6	13,6	16,1	16,1	16,1	
(α ≤ 30°)	G	320	280	270	230	250	220	210	180	180	160	150	130	150	130	130
		6,0	6,0	6,0	6,0	7,7	7,7	7,7	7,7	10,9	10,9	10,9	10,9	12,9	12,9	12,9
	H	500	470	450	390	410	370	350	300	290	260	250	210	250	220	210
		3,8	3,6	3,6	3,6	4,6	4,6	4,6	4,6	6,5	6,5	6,5	6,5	7,7	7,7	7,7
	J	430	380	360	310	330	290	280	240	240	210	200	170	200	180	170
		4,5	4,5	4,5	4,5	5,8	5,8	5,8	5,8	8,2	8,2	8,2	8,2	9,7	9,7	9,7
Felev		270	240	220	190	170	150	140	120	120	110	100	90	100	90	90
		7,2	7,2	7,2	7,2	11,2	11,2	11,2	11,2	15,8	15,8	15,8	15,8	18,7	18,7	18,7
F		430	380	360	310	330	290	280	240	240	210	200	170	200	180	170
		4,5	4,5	4,5	4,5	5,8	5,8	5,8	5,8	8,2	8,2	8,2	8,2	9,7	9,7	9,7
tetto		320	280	270	230	250	220	210	180	180	160	150	130	150	130	130
		6,0	6,0	6,0	6,0	7,7	7,7	7,7	7,7	10,9	10,9	10,9	10,9	12,9	12,9	12,9
(α > 30°)	G	500	470	450	390	410	370	350	300	290	260	250	210	250	220	210
		3,8	3,6	3,6	3,6	4,6	4,6	4,6	4,6	6,5	6,5	6,5	6,5	7,7	7,7	7,7

Zona di azione del vento 3																
Altezza edificio	fino a 10 m				da 10 a 20 m				da 20 a 50 m				da 50 a 100 m			
larghezza delle doghe in mm	520	590	620	720	520	590	620	720	520	590	620	720	520	590	620	
J	490	430	410	360	380	340	320	280	270	240	230	200	230	200	190	
	3,9	3,9	3,9	3,9	5,0	5,0	5,0	5,0	7,1	7,1	7,1	7,1	8,4	8,4	8,4	
La distanza delle graffette indicata rappresenta un valore medio da rispettare lungo tratti della lunghezza di 3 m.																

**Tabella 7: Rivestimenti di pareti: distanza in mm e numero a m² delle graffette in funzione dell'altezza dell'edificio nelle zone di azione del vento da 1 a 3**

Zona di azione del vento 1																	
Altezza edificio		fino a 10 m				da 10 a 20 m				da 20 a 50 m				da 50 a 100 m			
larghezza delle doghe in mm		520	590	620	720	520	590	620	720	520	590	620	720	520	590	620	
parete A	h/d	500	490	470	400	430	380	360	310	310	270	260	220	260	230	220	
	h/b ≥ 5	3,8	3,4	3,4	3,4	4,5	4,5	4,5	4,5	6,2	6,2	6,2	6,2	7,5	7,5	7,5	
parete A	h/d	500	500	500	500	500	500	500	480	480	420	400	340	400	350	330	
	h/b ≤ 1	3,8	3,4	3,2	2,8	3,8	3,4	3,2	2,9	4,0	4,0	4,0	4,0	4,8	4,8	4,8	
parete B		500	500	500	500	500	500	500	480	480	420	400	340	400	350	330	
		3,8	3,4	3,2	2,8	3,8	3,4	3,2	2,9	4,0	4,0	4,0	4,0	4,8	4,8	4,8	

Zona di azione del vento 2																
larghezza delle doghe in mm		520	590	620	720	520	590	620	720	520	590	620	720	520	590	620
parete A	h/d	460	400	380	330	350	310	290	250	250	220	210	180	210	190	180
	h/b ≥ 5	4,2	4,2	4,2	4,2	5,5	5,5	5,5	5,5	7,7	7,7	7,7	7,7	9,1	9,1	9,1
parete A	h/d	500	500	500	500	500	500	500	480	480	420	400	340	400	350	330
	h/b ≤ 1	3,8	3,4	3,2	2,8	3,8	3,4	3,2	2,9	4,0	4,0	4,0	4,0	4,8	4,8	4,8
parete B		500	500	500	500	500	480	450	390	390	340	330	280	330	290	270
		3,8	3,4	3,2	2,8	3,8	3,5	3,5	3,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,9	5,9	5,9

Zona di azione del vento 3																
larghezza delle doghe in mm		520	590	620	720	520	590	620	720	520	590	620	720	520	590	620
parete A	h/d	380	330	320	270	290	260	250	210	210	180	170	150	180	150	150
	h/b ≥ 5	5,1	5,1	5,1	5,1	6,6	6,6	6,6	6,6	9,2	9,2	9,2	9,2	11,0	11,0	11,0
parete A	h/d	460	400	380	330	360	310	300	260	250	220	210	180	210	190	180
	h/b ≤ 1	4,2	4,2	4,2	4,2	5,4	5,4	5,4	5,4	7,6	7,6	7,6	7,6	9,0	9,0	9,0
parete B		500	500	490	420	450	400	380	330	320	280	270	230	270	240	230
		3,8	3,4	3,3	3,3	4,2	4,2	4,2	4,2	6,0	6,0	6,0	6,0	7,1	7,1	7,1

Tabella 8: Assorbimento della dilatazione delle doghe

	Esecuzione	Pendenza del tetto richiesta
1	Giunzione trasversale semplice	≥ 25° (46,6%)
2	Giunzione trasversale con aggraffatura aggiuntiva	≥ 10° (17,6%)
3	Salto di pendenza <sup>a</sup>	≥ 3° (5,2%)
4	Fodere a cuneo sui puntoni <sup>b</sup>	≥ 7° (12,3%)

	Esecuzione	Pendenza del tetto richiesta
5	Aggraffatura trasversale doppia <sup>c</sup>	≥ 7° (12,3%)
<sup>a</sup> Struttura di supporto predisposta dal Committente <sup>b</sup> Struttura di supporto completata dal Committente <sup>c</sup> solo per coperture a pannelli o a lastre		

Tabella 9: Giunti trasversali

	Pendenza del tetto	Tipo di giunto trasversale
1	≥ 30° (57,7%)	sovrapposizione di 100 mm
2	≥ 25° (46,6%)	aggraffatura trasversale semplice
3	≥ 10° (17,6%)	aggraffatura trasversale semplice sovrapposta
4	≥ 7° (12,3%)	aggraffatura doppia (senza impermeabilizzazione)
5	< 7° (12,3%)	esecuzione a tenuta d'acqua, in funzione del materiale impiegato

Tabella 10: Spessori minimi per raccordi e copertine

Materiale	Copertine di elementi metallici profilati a freddo, scossaline	Raccordi non autoportanti e copertine <sup>a</sup>	Raccordi
	mm	mm	mm
alluminio	1,0	0,7	0,7 (1,5) <u>a</u>
rame semiduro	1,0	0,6	0,7
zinco al titanio	1,0	0,7	0,7
acciaio inossidabile	0,8	0,4	0,7
acciaio zincato	0,8	0,6	0,7
Profilati estrusi devono avere uno spessore minimo di 1,5 mm; per elementi metallici posati su una sottostruttura è applicabile la tabella 10. <sup>a</sup> per gli spessori minimi e le larghezze è applicabile la tabella 3.			

**Legenda comune per le figure da 1 a 4 per la suddivisione semplificata delle coperture ai sensi della norma UNI EN 1991-1-4**

b lunghezza

d larghezza

h altezza

F, G, H, J superfici parziali della copertura

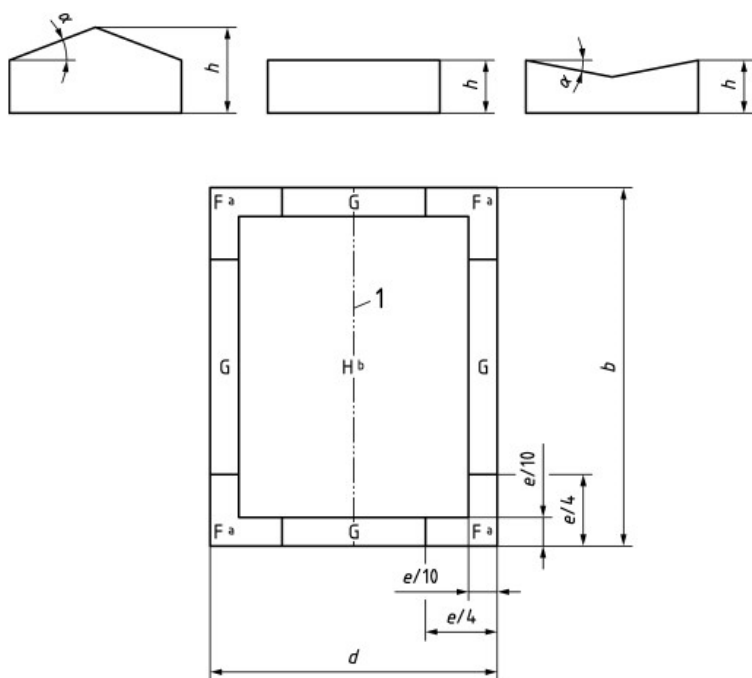
F<sub>elev</sub> zona d'angolo in elevazione di copertura a due falde ed a farfalla

A, B superfici parziali delle pareti

a pendenza della copertura

e parametro e = 2h o b, vale il valore minore

# Suddivisione semplificata delle superfici per coperture



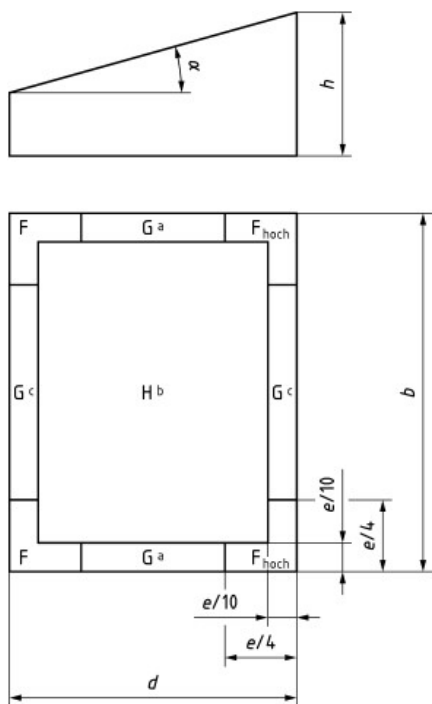
Legenda:

1 colmo o compluvio

<sup>a</sup>per  $\alpha \leq -15^\circ$   $F_{elev}$

<sup>b</sup>per  $\alpha \leq -30^\circ$  e per  $\alpha \geq +15^\circ$  J

Figura 1: Suddivisione delle superfici per coperture piane, a due falde ed a farfalla



<sup>a</sup> per  $\alpha \leq 30^\circ$  F

<sup>b</sup> per  $\alpha \leq 30^\circ$  J

<sup>c</sup> per  $\alpha > 30^\circ$  F

Figura 2: Suddivisione delle superfici per coperture ad una falda

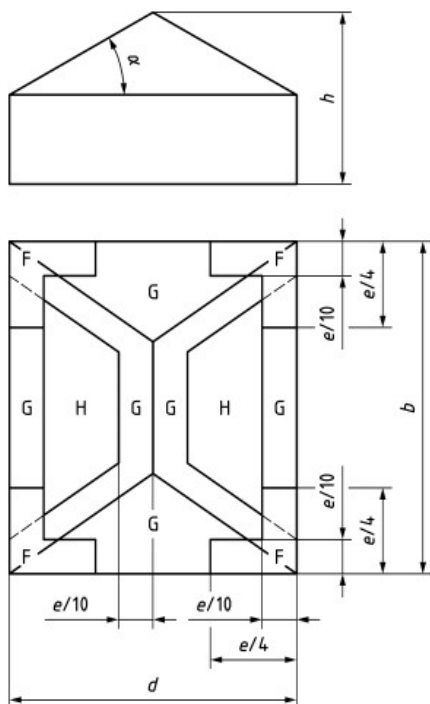
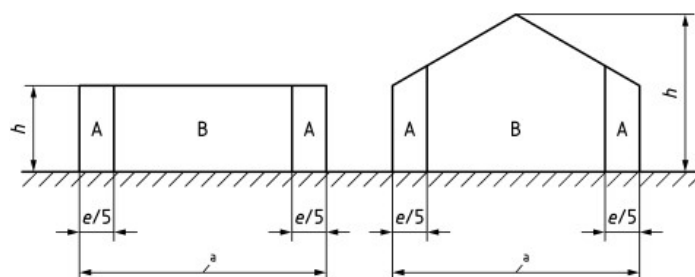


Figura 3: Suddivisione delle superfici per coperture a quattro falde

#### Suddivisione semplificata delle superfici per pareti verticali



Legenda:

$e = b \text{ o } 2h$ , vale il valore minore

$a = b \text{ o } d$

**Figura 4: Suddivisione delle superfici per pareti verticali**

## **28.4 PRESTAZIONI ACCESSORIE, PRESTAZIONI PARTICOLARI**

### **28.4.1 Prestazioni accessorie**

Prestazioni accessorie, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.4.1, sono in particolare:

31. Montaggio e smontaggio nonché messa a disposizione di ponteggi con piani di lavoro di altezza non maggiore di 2 m rispetto al terreno o al pavimento.
32. Pulizia del supporto, fatta eccezione per le prestazioni indicate alla sezione 17.4.2 punto 5.
  - Misure per la protezione di elementi costruttivi e di impianti contro l'insudiciamento ed il danneggiamento che possono verificarsi durante il corso dei lavori, mediante coperture, teli o avvolgimenti non fissi, fatta eccezione per le protezioni indicate alla sezione 17.4.2 punto 10.
33. Completamento di lavorazioni in due fasi per consentire l'intervento di altri appaltatori, qualora le prestazioni possono essere fornite senza soluzione di continuità nell'ambito di lavori da lattoniere della stessa tipologia. Se questa condizione non è avverata, le prestazioni occorrenti sono da considerare prestazioni particolari secondo alla sezione 17.4.2 punto 12.
  - Tracciamento di fori, scanalature e fori passanti.
34. Incasso e fissaggio dei supporti per canali di gronda, dei supporti di passerelle, degli elementi di ancoraggio, dei collari.
- Installazione, messa a disposizione e rimozione di scarichi provvisori dell'acqua piovana per la durata dei lavori. Gli scarichi provvisori devono sporgere dal ponteggio di almeno 50 cm.

### **28.4.2 Prestazioni particolari**

Prestazioni particolari, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.4.2, sono per esempio:

35. Predisposizione di locali di soggiorno e di deposito, qualora il committente non metta a disposizione locali che possano essere chiusi agevolmente.
36. Montaggio e smontaggio nonché messa a disposizione di ponteggi con piani di lavoro di altezza superiore a 2 m rispetto al terreno o al pavimento.
  - Modifica di ponteggi di qualsiasi altezza per consentire il lavoro ad altri imprenditori.
37. Protezione contro l'azione delle condizioni climatiche secondo la sezione 17.3.1 punto 2 ad esempio preriscaldamento degli elementi metallici.
- Pulizia del sottofondo da sporcizia grossolana, come residui di gesso, malta, pitture, olio, qualora essa sia imputabile ad altre imprese.

38. Sistemazione di imperfezioni di planarità del sottofondo in caso di scostamenti maggiori di quelli ammissibili secondo le norme.
- Provvedimenti per la protezione contro il fuoco, contro l'umidità e contro le radiazioni nonché per l'isolamento acustico e termico, qualora le prestazioni eccedano quelle indicate al punto 17.3.
39. Realizzazione di giunti di dilatazione e di lavoro nonché impermeabilizzazione dei giunti.
- Predisposizione e montaggio di campioni, superfici campione, costruzioni tipo e modelli.
40. Protezioni particolari di elementi costruttivi, parti di impianti e degli arredi, per es. mediante mascheratura con nastri adesivi di serramenti, scale, opere in legno, coperture ed elementi finiti, rivestimento a tenuta di polvere fissato con nastri adesivi di apparecchiature delicate e strumenti tecnici, diaframmi a tenuta di polvere, posa di pannelli in legno o di guaine protettive.
- Prestazioni per la realizzazione dei raccordi con costruzioni o elementi adiacenti, qualora esse eccedano le misure indicate al punto 17.3.
41. Completamento di lavorazioni in due fasi per consentire l'intervento di altri appaltatori, qualora le prestazioni non possono essere fornite senza soluzione di continuità nell'ambito di lavori da lattoniere della stessa tipologia
- Realizzazione sulle costruzioni di ancoraggi fissi, ad esempio per ponteggi.
42. Predisposizione di disegni di montaggio e di posa.
- Predisposizione di verifiche delle proprietà fisiche del materiale nonché di calcoli statici e relativi allegati grafici occorrenti per documentare la stabilità delle opere.
43. Prove sulle opere per la verifica della resistenza, ad esempio prova di estrazione sui tasselli.
- Predisposizione dei capisaldi di livello necessari.
44. Rivestimenti di intradossi e architravi nonché posa di davanzali, griglie di ventilazioni e simili.
- Inserimento di profilature, piastre ornamentali e simili.
45. Provvedimenti per lo smaltimento dell'acqua piovana eccedenti le prestazioni richieste alla sezione 17.1.4 punto 7.
- Smontaggio e rimontaggio di tubi pluviali, qualora ciò non sia imputabile all'appaltatore.
46. Fornitura e posa di cestelli o griglie parafoglie.
- Realizzazione e chiusura di scanalature o cavità.
47. Scopertura e copertura di tetti e rivestimenti anche di tipo provvisorio, qualora la circostanza non sia imputabile all'appaltatore.
- Posa di angoli interni ed esterni su lamiera sagomate e profilati di lamiera.
48. Posa di pezzi speciali su profilati estrusi.
- Posa di angoli di gronda, testate, bocchettoni di scarico, vaschette di grondaia, gomiti, angoli di tubi, raccordi conici o doccioni.
49. Posa di ganci di sicurezza, portelli di lucernari o supporti per passerelle.



## 28.5 CONTABILIZZAZIONE

Ad integrazione delle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", sezione 1.5, vale quanto segue:

### 28.5.1 Generale

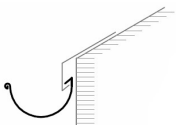
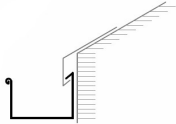

50. Il rilevamento della prestazione, indipendentemente dal fatto che venga effettuata a disegno o secondo il computo metrico, si basa sulle dimensioni dei seguenti elementi:

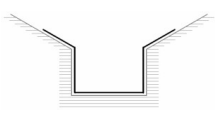

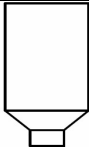

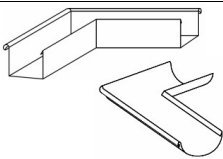
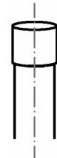
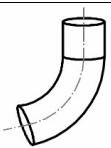
- coperture
- rivestimenti
- componenti.

Per il rilevamento delle prestazioni si dovranno adottare regole semplificate, come quelle di detrazione.

### 28.5.2 Denominazioni con illustrazione grafica e unità di conteggio

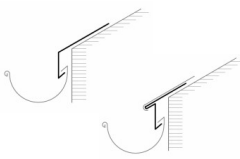
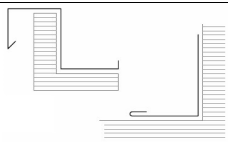
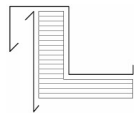
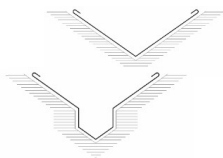
#### 28.5.2.1 Sistema smaltimento acqua piovana

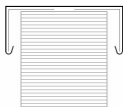
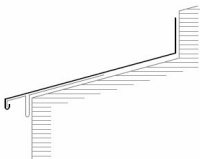
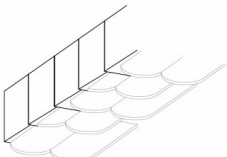
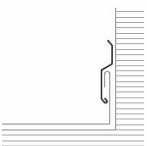
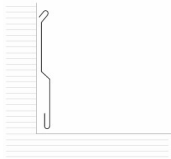

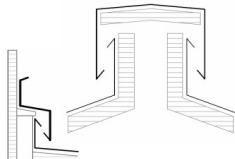
Canale di gronda semicircolare Unità misura: metro (m)	
Canale di gronda rettangolare Unità misura: metro (m)	
Canale di gronda a cornice semicircolare Unità misura: metro (m)	

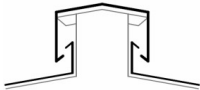
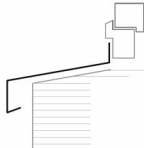
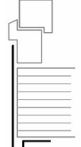

<p>Canale ad incasso rettangolare</p> <p>Unità misura: metro (m)</p>	
<p>Bocchetta ad imbuto conico</p> <p>Unità misura: pezzo (pz)</p>	
<p>Cassetta di raccolta</p> <p>Unità misura: pezzo (pz)</p>	
<p>Testata per canale di gronda</p> <p>Unità misura: pezzo (pz)</p>	
<p>Angoli di gronda per angoli interni ed esterni</p> <p>Unità misura: pezzo (pz)</p>	
<p>Tubo pluviale tondo</p> <p>Unità misura: metro (m)</p>	
<p>Gomito tondo</p> <p>Unità misura: pezzo (pz)</p>	

<p>Tubo terminale diritto</p> <p>Unità misura: pezzo (pz)</p>	
<p>Troppopieno</p> <p>Unità misura: pezzo (pz)</p>	

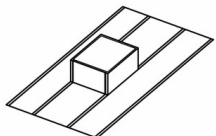
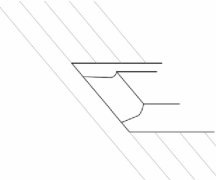
#### 28.5.2.2 Lattenerie sagomate

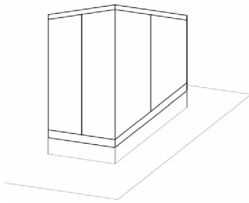
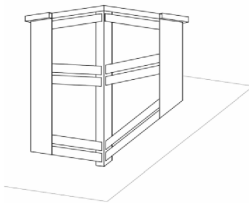
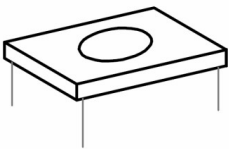
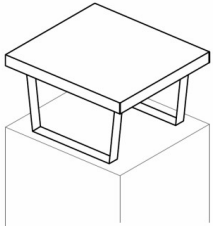
<p>Scossalina di gronda</p> <p>Unità misura: metro (m)</p>	
<p>Scossalina mantovana e di raccordo a pezzo unico</p> <p>Unità misura: metro (m)</p>	
<p>Scossalina mantovana e di raccordo a più pezzi</p> <p>Unità misura: metro (m)</p>	
<p>Compluvio</p> <p>Unità misura: metro (m)</p>	

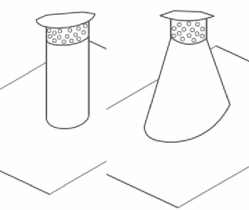
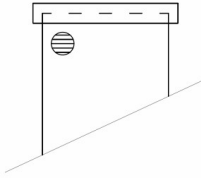
<p>Copertina muro</p> <p>Unità misura: metro (m)</p>	
<p>Copertina cornicione</p> <p>Unità misura: metro (m)</p>	
<p>Lamiera di raccordo in tecnica „Noggen“</p> <p>Unità misura: metro (m)</p>	
<p>Scossalina coprifuga con sigillatura</p> <p>Unità misura: metro (m)</p>	
<p>Scossalina battiscopa con sigillatura</p> <p>Unità misura: metro (m)</p>	
<p>Copertina colmo/ displuvio</p> <p>Unità misura: metro (m)</p>	
<p>Sistema ventilazione per colmo/ displuvio con sottostruttura in legno</p> <p>Unità misura: metro (m)</p>	

<p>Sistema ventilazione per colmo/ displuvio con sottostruttura in metallo</p> <p>Unità misura: metro (m)</p>	
<p>Davanzale finestra</p> <p>Unità misura: metro (m)</p>	
<p>Imbotte finestra</p> <p>Unità misura: metro (m)</p>	
<p>Profili di raccordo per facciata</p> <p>Unità misura: metro (m)</p>	

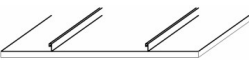
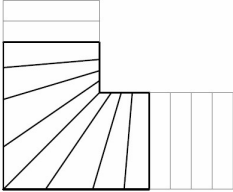
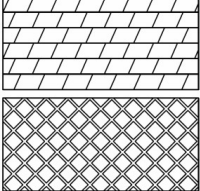
### 28.5.2.3 Elementi emergenti

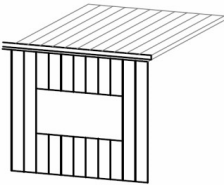
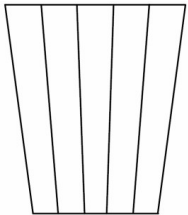
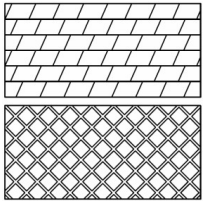
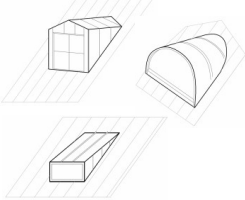
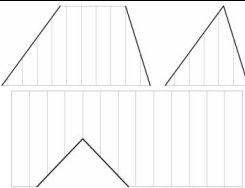
<p>Conversa per elementi emergenti rettangolari su copertura in tegole esclusa scossalina coprifuga</p> <p>Unità misura: pezzo (pz)</p>	
<p>Conversa per elementi emergenti rettangolari su copertura in metallo esclusa scossalina coprifuga</p> <p>Unità misura: pezzo (pz)</p>	

<p>Rivestimento per elementi emergenti rettangolari su sottostruttura esistente</p> <p>Unità misura: metro quadro (m²)</p>	
<p>Rivestimento per elementi emergenti rettangolari compreso sottostruttura</p> <p>Unità misura: metro quadro (m²)</p>	
<p>Comignolo rettangolare per elementi emergenti di tetto</p> <p>Unità misura: pezzo (pz)</p>	
<p>Cappello rettangolare per elementi emergenti di tetto</p> <p>Unità misura: pezzo (pz)</p>	

<p>Conversa per le aperture circolari con copertina e raccordo a tenuta</p> <p>Unità misura: pezzo (pz)</p>	
<p>Conversa per torretta di ventilazione (rettangolare) con copertina e raccordo a tenuta</p> <p>Unità misura: pezzo (pz)</p>	

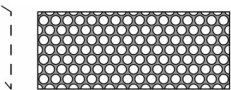
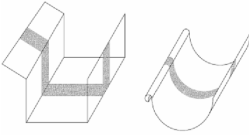

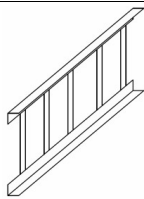
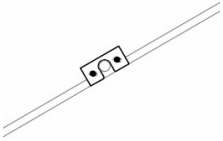
#### 28.5.2.4 Sistemi di copertura

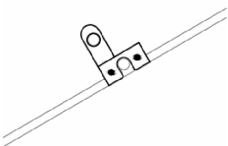
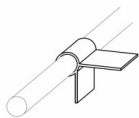

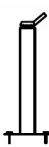
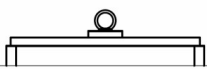
<p>Copertura di tetto ad aggraffatura doppia</p> <p>Unità misura: metro quadro (m<sup>2</sup>)</p>	
<p>Copertura di tetto ad aggraffatura doppia ad elementi conici</p> <p>Unità misura: metro quadro (m<sup>2</sup>)</p>	
<p>Copertura di tetto a scandole</p> <p>Unità misura: metro quadro (m<sup>2</sup>)</p>	

<p>Rivestimento di parete ad aggraffatura angolare</p> <p>Unità misura: metro quadro (m<sup>2</sup>)</p>	
<p>Rivestimento di parete ad aggraffatura angolare ad elementi conici</p> <p>Unità misura: metro quadro (m<sup>2</sup>)</p>	
<p>Rivestimento di facciata a scandole</p> <p>Unità misura: metro quadro (m<sup>2</sup>)</p>	
<p>Copertura di abbaino con nastri</p> <p>Unità misura: metro quadro (m<sup>2</sup>)</p>	
<p>Tagli in direzione longitudinale e trasversale per coperture e rivestimenti</p> <p>Unità misura: metro (m)</p>	



#### 28.5.2.5 Accessori

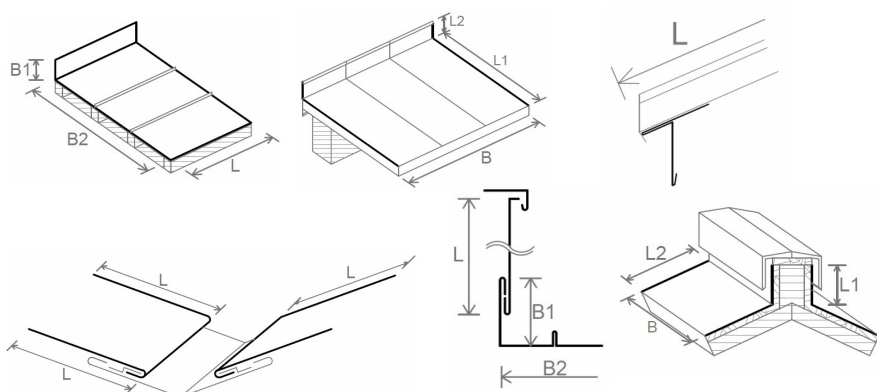
<p>Lamiera forata per ventilazione intercapedine</p> <p>Unità misura: metro (m)</p>	
<p>Giunto di dilatazione in neoprene</p> <p>Unità misura: pezzo (pz)</p>	
<p>Nasi paraneve per coperture in tegola e scandole in metallo</p> <p>Unità misura: pezzo (pz)</p>	
<p>Paraneve a rete incl. sostegni</p> <p>Unità misura: metro (m)</p>	
<p>Paraneve a monotubo per copertura tetto in metallo incl. morsetti</p> <p>Unità misura: metro (m)</p>	

<p>Paraneve a doppio tubo per copertura tetto in metallo incl. morsetti</p> <p>Unità misura: metro (m)</p>	
<p>Fermaghiaccio per paraneve</p> <p>Unità misura: pezzo (pz)</p>	
<p>Linea vita orizzontale certificata classe C per tetto in metallo e a tegola</p> <p>Unità misura: metro (m)</p>	
<p>Punto di ancoraggio singolo certificato classe A su copertura in tegole</p> <p>Unità misura: pezzo (pz)</p>	
<p>Punto di ancoraggio singolo certificate classe A su copertura in metallo</p> <p>Unità misura: pezzo (pz)</p>	

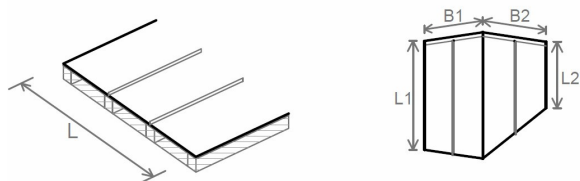
### 28.5.3 Rilievo delle misure e delle quantità

#### 28.5.3.1 Per opere da contabilizzare a superficie (m²)

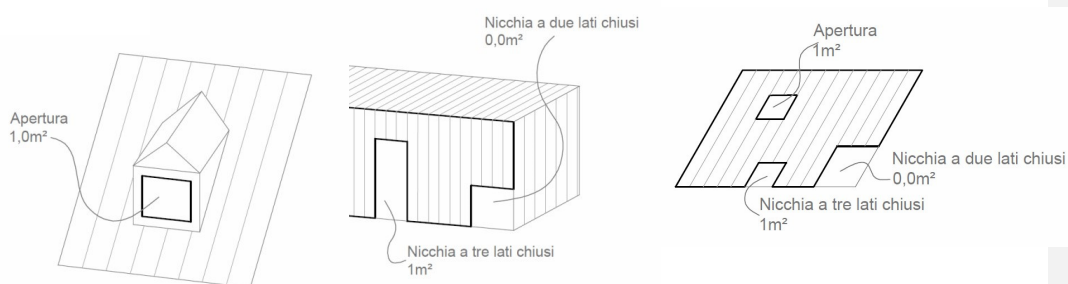
51. Le superfici delle coperture con risvolti e raccordi vengono misurate in metri quadrati;



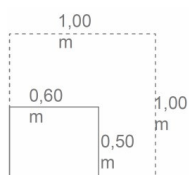
52. Eventuali aggraffature e sovrapposizioni nei giunti non saranno detratti;



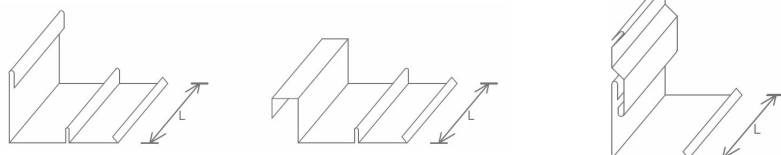
53. Fori, aperture e nicchie con area fino a 1,00 mq ciascuno non vengono detratti. Per aperture di superficie maggiore verrà dedotto solo la parte eccedente la misura di 1,00 m<sup>2</sup> Imbotti e raccordi vengono conteggiati come voci a parte;



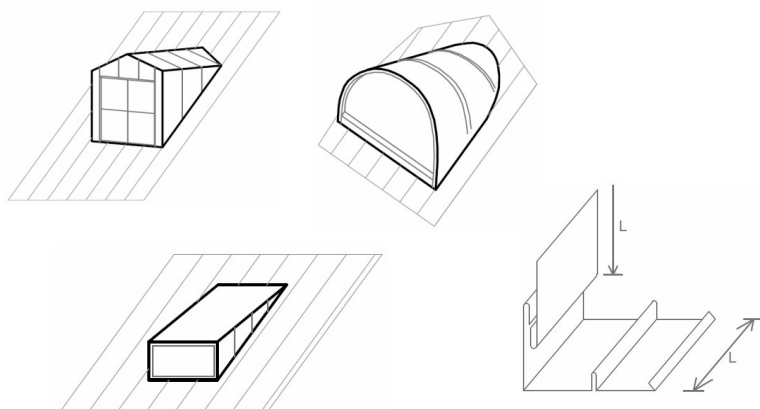
54. La superficie minima presa in considerazione per le superfici singole è pari a 1,0 m<sup>2</sup>;



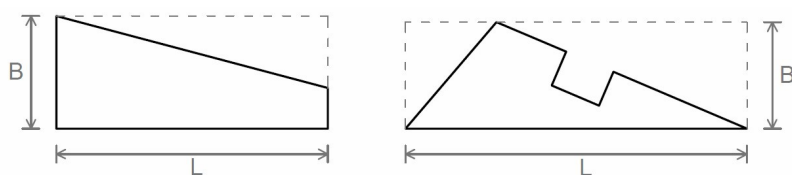
55. Lattonomie sagomate saranno conteggiate come voce separate;



56. Il manto degli abbaini sarà misurato a parte rispetto alla superficie copertura (tetto). Il computo metrico sarà effettuato secondo le regole di conteggio delle superfici. Lamiere sagomate e lamiere di raccordo saranno conteggiate come voci separate. Fino a 20 m<sup>2</sup> le singole superfici saranno addebitate come voce abbaino.

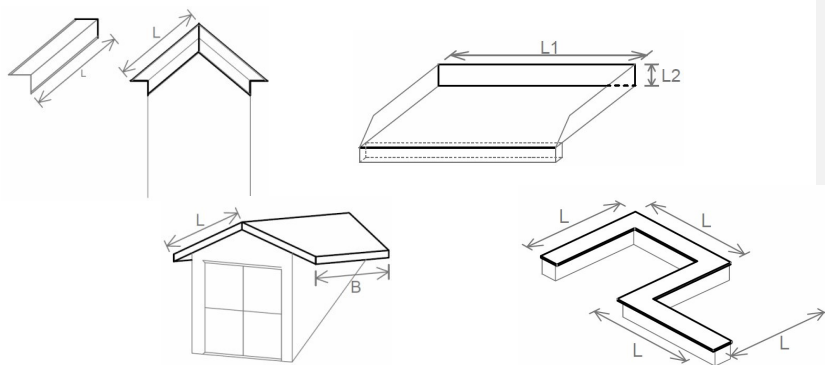


57. Elementi singoli con spigoli non perpendicolari o con rientranze, si considererà il minimo rettangolo circoscritto all'elemento stesso, contabilizzato in metri quadrati;

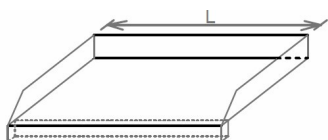


#### 28.5.3.2 Per opere da contabilizzare a lunghezza (m)

58. Lamiere sagomate, suddivise per sviluppo, vengono misurate con la lunghezza massima in metri, inclusi risvolti e raccordi;



59. La lunghezza minima presa in considerazione per gli elementi singoli è pari a 1,0 m;

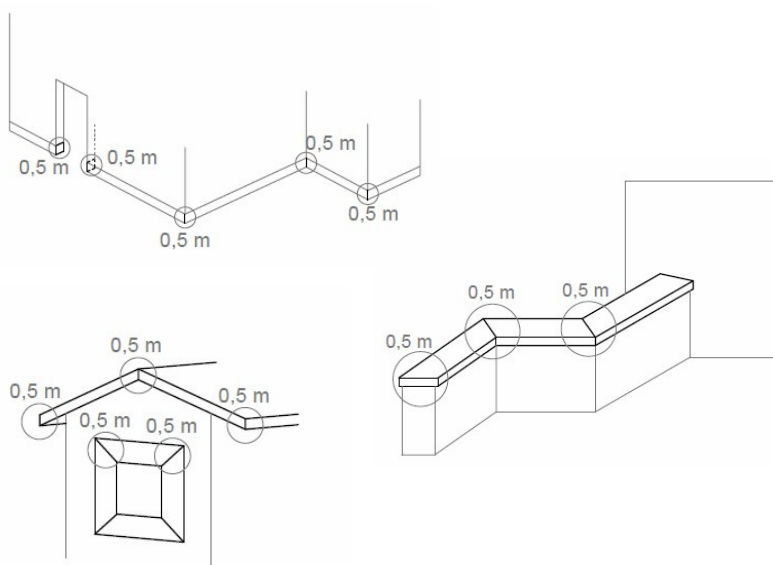


Ad esempio

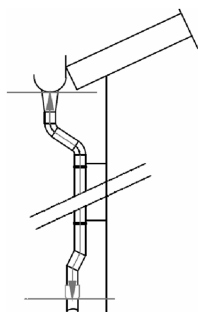
$L \geq 0,60 \text{ m} = 1,00 \text{ m}$

$L \geq 0,75 \text{ m} = 1,00 \text{ m}$

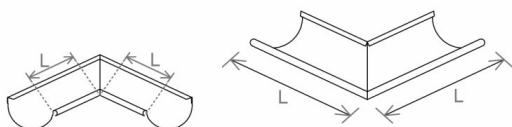
60. La lunghezza considerata per chiusure, testate e formazione ad angolo sarà pari a 0,5 m;



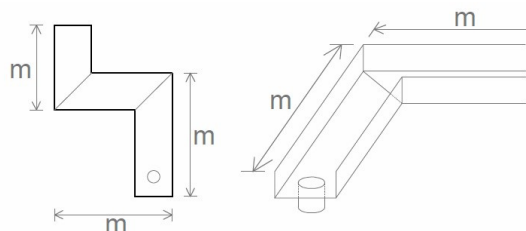
61. I tubi pluviali vengono misurati lungo l'asse centrale; non verranno detratti componenti come gomiti, angoli, bocchettoni di scarico, travasatori ecc., che vengono addebitate con voci a parte in base al numero;



62. I canali di gronda saranno misurati lungi il bordo esterno; non verranno detratti componenti come angoli, testate, vaschette, ecc., che vengono addebitate con voci a parte in base al numero;

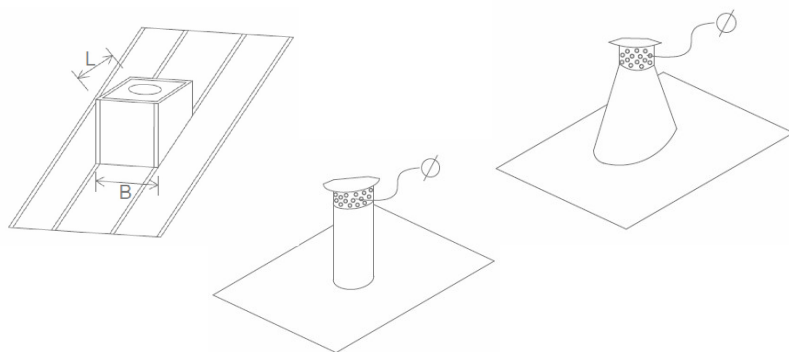


63. Per i canali ad incasso sarà misurata la lunghezza massima; non verranno detratti angoli, testate, bocchettoni di scarico ed elementi di dilatazione, che vengono addebitate con voci a parte in base al numero;



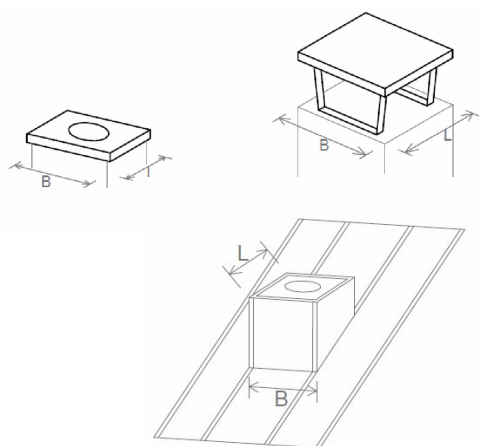
#### 28.5.3.3 Computo metrico a numero (pezzi)

64. Gli elementi emergenti quadrati o circolari saranno conteggiati per pezzo, suddivisi per sezione e diametro;

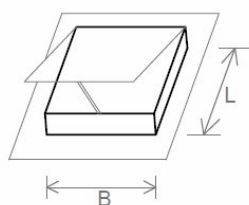


65. Per i raccordi, le converse ad elementi emergenti, i comignoli ed i relativi cappelli valgono le dimensioni esterne (sezione orizzontale)





66. Per le finestre dei tetti valgono le dimensioni esterne della convesa (misurate nella superficie del tetto)



## **28.6 SPECIFICHE DI PROGETTO**

### **28.6.1 Pluviali in lamiera zincata**

Pluviali in lamiera zincata a sezione quadrata o circolare, forniti e posti in opera. Sono compresi: le saldature; i gomiti; le staffe poste ad interasse non superiore a m 1,50; le legature; l'imbuto di attacco al canale di gronda; la verniciatura a doppio strato di vernice ad olio, bianca o colorata, previa una mano a coprire di vernice protettiva (minio).

### **28.6.2 Canale di gronda in lamiera**

Canale di gronda, liscio o sagomato, in lamiera di ferro zincata, fornito e posto in opera. Sono compresi: l'onere per la formazione di giunti e sovrapposizioni chiodate a doppia fila di ribattini in acciaio e saldatura a stagno; le scossaline; le staffe di ferro; le cicogne murate e chiodate, poste ad interasse non superiore a m 1,00, legate con filo ferro zincato; la verniciatura a doppio strato di vernice ad olio, bianca o colorata, previa mano di minio.

### **28.6.3 Scossaline in acciaio zincato**

Scossaline in acciaio zincato dello sviluppo minimo di mm 200 con una piegatura ad angolo, fornite e poste in opera. Sono comprese: le chiodature; le saldature; le opere murarie; la verniciatura a doppio strato di vernice ad olio bianca e colore previa spalmatura di minio.

## 29 FERRAMENTA

### 29.1 CAMPO DI APPLICAZIONE

67. Le presenti DTC "Ferramenta" si applicano per il montaggio di ferramenta per l'apertura e la chiusura o il bloccaggio di porte, finestre, portoni o simili.
68. A titolo integrativo sono applicabili le DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punti da 1.1 a 1.5. In caso di discordanza prevalgono le prescrizioni specifiche delle presenti DTC.

### 29.2 MATERIALI, ELEMENTI COSTRUTTIVI

Ad integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.2, vale quanto segue:

Per i materiali normalizzati ed elementi costruttivi vengono citate in particolare le seguenti norme tecniche di riferimento.

#### 29.2.1 Requisiti generali

- UNI EN 13126-1: Accessori per serramenti - Requisiti e metodi di prova per finestre e porte
    - Parte 1: Requisiti comuni per tutti i tipi di accessori
69. Le ferramenta munite di catenacci, scrocchi, perni a rotolamento, linguette o altri dispositivi di chiusura, vanno fornite complete di tutti i pezzi di riscontro, per es. con piastre di bloccaggio, bussole o bocchette nei quali devono innescarsi i catenacci ecc.
70. I catenacci devono poter essere mossi con facilità, ma devono innestarsi o bloccarsi automaticamente nelle posizioni di fine corsa. Per i cariglioni sono sufficienti i dispositivi di azionamento con foro o leva ribaltabile.
71. Ferramenta che richiedono di manutenzione devono essere realizzate in modo tale che la manutenzione possa essere eseguita agevolmente dopo la posa in opera.
72. Classi di protezione alla corrosione per serrature e ferramenta per finestre esterne, porte e portoni esterni come anche in ambienti umidi sono stabilite nella norma UNI EN 1670 "Accessori per serramenti - Resistenza alla corrosione - Requisiti e metodi di prova".



## 29.2.2 Ferramenta per porte

### 73. Cerniere per porte

- UNI EN 13126-9: Accessori per serramenti - Requisiti e metodi di prova per finestre e porte  
finestre - Parte 9: Accessori per finestre a bilico orizzontali e verticali
- UNI EN 1935 Accessori per serramenti - Cerniere ad asse singolo - Requisiti e metodi di prova

Le cerniere per porte devono consentire un angolo di apertura maggiore di 90°. Il perno deve essere di acciaio, anche per le cerniere di metalli non ferrosi o per le cerniere per porte interamente di vetro.

### 74. Maniglie e targhe per porte

- UNI EN 1906 Accessori per serramenti - Maniglie e pomoli - Requisiti e metodi di prova

### 75. Serrature per porte

- Per le serrature valgono in particolare:
  - UNI EN 1303 Accessori per serramenti - Cilindri per serrature - Requisiti e metodi di prova
  - UNI EN 12209 Accessori per serramenti - Serrature e chiavistelli - Serrature azionate meccanicamente, chiavistelli e piastre di bloccaggio - Requisiti e metodi di prova
  - UNI EN 12051 Accessori per serramenti - Catenacci per porte e finestre - Requisiti e metodi di prova
  - UNI EN 12209 Accessori per serramenti - Serrature e chiavistelli - Serrature azionate meccanicamente, chiavistelli e piastre di bloccaggio - Requisiti e metodi di prova
- Il sistema di costruzione, i materiali e il tipo di fissaggio di serrature, piastre di bloccaggio, bussole devono essere conformi ai requisiti di sicurezza richiesti per ogni singolo tipo di porta relativamente allo sblocco da parte di non addetti o ad azione violenta.
- Durante la chiusura, le chiavi non si devono né deformare né rompere sotto l'azione di una forza applicabile a mano. Per il materiale, per il trattamento superficiale e per il numero delle chiavi valgono le indicazioni contenute nella tabella 1.

**Tabella 1**

Tipo di serratura	Materiale delle chiavi	Trattamento superficiale delle chiavi	Numero delle chiavi da comprendere nella fornitura
Serratura a mappa	ghisa duttile	galvanizzazione	1
Serratura accessoria di sicurezza	ghisa duttile, acciaio		2
Serratura a mappa con fresature trasversali	acciaio		2
Serratura a cilindro	acciaio	-----	3
	alpacca		3

- Le serrature per porte con telaio in profilo tubolare con elevate esigenze di sicurezza, devono avere uno scrocco che si inserisce per almeno 15 mm nel riscontro sul telaio fisso.
- Le serrature di porte d'entrata in legno devono essere a doppia mandata od avere una profondità di inserimento dello scrocco non inferiore a 20 mm.
- Per le serrature antipanico su porte lungo vie di fuga, le norme per costruzioni pubbliche valgono anche per quelle private.

### 29.2.3 Ferramenta per portoni, porte a fisarmonica, porte a libro e porte scorrevoli

76. Devono essere rispettati i requisiti riportati nella UNI EN 1527 „Accessori per serramenti - Accessori per porte scorrevoli e porte a libro - Requisiti e metodi di prova“
77. I carrelli devono essere protetti contro l'uscita accidentale dalla rotaia.
78. Le ferramenta per portoni verticali e scorrevoli devono funzionare in modo che il portone in stato aperto rimanga bloccato e non si chiuda autonomamente in nessuna posizione.
79. I carrelli per porte esterne devono essere protetti contro l'azione degli agenti atmosferici.
80. Le porte scorrevoli, le porte a fisarmonica e le porte a libro all'interno di abitazioni devono consentire un funzionamento silenzioso.
81. Catenacci a coda devono restare bloccati nella loro posizione in modo che l'apertura e la chiusura non possa aver luogo sotto l'azione di vibrazioni.

### 29.2.4 Chiudiporta idraulici e chiudiporta con automatismi di apertura

82. Per le serrature e le ferramenta valgono in particolare le seguenti norme:
- UNI EN 1154 Accessori per serramenti - Dispositivi di chiusura controllata delle porte - Requisiti e metodi di prova
  - UNI EN 1158 Accessori per serramenti - Dispositivi per il coordinamento della sequenza di chiusura delle porte - Requisiti e metodi di prova



83. Il movimento di chiusura dei chiudiporta deve essere ammortizzato; la velocità di chiusura deve essere regolabile e registrabile.
84. Per l'innesto sicuro dello scrocco della serratura, il freno di chiudiporta per alto deve essere regolabile in maniera da essere reso inefficace negli ultimi gradi di chiusura della porta.
85. Chiudiporta devono essere concepiti e montati in modo tale, che la forza necessaria per aprire la porta manualmente diminuisca al più tardi al raggiungimento di un'apertura di 10° fino ad un'apertura di almeno 60°.
86. Chiudiporta idraulici esposti alle temperature esterne, devono essere realizzati, con riguardo alla velocità di chiusura in funzione della temperatura, in maniera tale che non sia necessaria alcuna regolazione a seguito dei normali sbalzi di temperatura. Il punto di solidificazione del fluido idraulico non deve essere superiore a - 40°C.
87. I chiudiporta a pavimento devono essere dotati di scatola a tenuta stagna.

#### **29.2.5 Sistemi di porte motorizzati**

- UNI EN 12445 Porte e cancelli industriali, commerciali e da autorimessa - Sicurezza in uso di porte motorizzate - Metodi di prova
- UNI EN 12453 Porte e cancelli industriali, commerciali e da autorimessa - Sicurezza in uso di porte motorizzate - Requisiti
- UNI EN 12978 Porte e cancelli industriali, commerciali e da garage - Dispositivi di sicurezza per porte e cancelli motorizzati.

#### **29.2.6 Dispositivi fermaporta**

- UNI EN 1155 Accessori per serramenti - Dispositivi elettromagnetici fermoporta per porte girevoli - Requisiti e metodi di prova
- UNI EN 14637 Accessori per serramenti - Sistemi di uscita controllati elettricamente per assemblaggi di porte tagliafumo - Requisiti, metodi di prova, applicazione e manutenzione.

#### **29.2.7 Apriporta elettrici**

88. Gli apriporta elettrici devono agire in maniera che l'apertura della porta possa avvenire solamente durante l'azionamento dell'apriporta stesso.
89. Gli apriporta elettrici di portoni e porte esposte agli agenti atmosferici, devono essere protetti contro la loro azione.

#### **29.2.8 Ferramenta per serramenti**

90. Per serrature e ferramenta valgono in particolare:



- UNI EN 13126-8 Accessori per serramenti - Requisiti e metodi di prova per finestre e porte finestre - Parte 8: Anta-ribalta, ribalta-anta e sola anta
- UNI CEN/TS 13126-15 Accessori per serramenti, accessori per finestre e porte finestre - Requisiti e metodi di prova - Parte 15: Carrelli e rulli per scorrevoli e aperture a libro o a fisarmonica
- UNI CEN/TS 13126-16 Accessori per serramenti, accessori per finestre e porte finestre - Requisiti e metodi di prova - Parte 16: Accessori per scorrevole alzante
- UNI CEN/TS 13126-17 Accessori per serramenti, accessori per finestre e porte finestre - Requisiti e metodi di prova - Parte 17: Accessori per vasistas scorrevole

91. Le ferramenta per serramenti in posizione chiusa non devono essere apribili dall'esterno.

92. I freni di fermafinestre devono essere regolabili e registrabili.

93. Meccanismi d'apertura manuali per sopraluce devono essere azionati con comando a leva.

94. Le leve e le barre di meccanismi a compasso per sopraluce devono essere alloggiati e guidati in modo da non deformarsi in maniera permanente durante l'azionamento.

95. I meccanismi a compasso per sopraluce devono essere sganciabili, qualora i battenti possono essere puliti solo dall'interno del locale.

96. Le sedi dei perni di ante a bilico devono essere realizzati in maniera tale, che i battenti possano rotare su 180° intorno al loro asse orizzontale ed essere dotati di frizioni regolabili e registrabili a seconda della massa dell'anta.

97. Le sedi dei perni di ante a bilico verticali devono essere realizzate in maniera tale, che i battenti possano rotare intorno al loro asse verticale in misura tale che le superfici esterne delle finestre possano essere pulite dall'interno del locale in sicurezza. I cuscinetti rotanti devono essere dotati di frizioni regolabili e registrabili.

98. Le ferramenta per finestre scorrevoli verticali o a scomparsa devono bilanciare il peso in maniera che la finestra resti bloccata in qualsiasi posizione.

99. Il movimento delle finestre o porte finestra scorrevoli orizzontali o alzanti scorrevoli deve essere silenzioso, i rulli di scorrimento non devono deformarsi in presenza di sollecitazioni dinamiche o statiche.

#### **29.2.9 Ferramenta per uscite di emergenza e porte antipanico**

- UNI EN 179 Accessori per serramenti - Dispositivi per uscite di emergenza azionati mediante maniglia a leva o piastra a spinta - Requisiti e metodi di prova
- UNI EN 1125 Accessori per serramenti - Dispositivi per le uscite antipanico azionati mediante una barra orizzontale per l'utilizzo sulle vie di esodo - Requisiti e metodi di prova



#### **29.2.10 Ferramenta per mobili incorporati**

- UNI EN 15338 Accessori per mobili - Resistenza e durabilità degli elementi estensibili e dei loro componenti

100. La ferramenta per mobili incorporati deve essere protetta contro la corrosione. Nei locali umidi, la ferramenta deve essere resistente contro le azioni aggressive prevedibili.
101. Le cerniere di mobili incorporati devono essere regolabili.
102. I cassetti devono essere estraibili dalle loro guide.
103. Le frizioni per supporti di portelli ribaltabili devono essere regolabili e registrabili.
104. Se i portelli si aprono verso l'alto con uno sbalzo superiore a 30 cm, la ferramenta deve garantire che la portella apertura resti bloccata in posizione aperta.
105. Bloccaggi a pavimento devono essere registrabili su almeno 15 mm.

#### **29.3 ESECUZIONE**

Ad integrazione di quanto indicato nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 3, vale quanto segue:

##### **29.3.1 Generalità**

106. Nel corso delle proprie verifiche l'Appaltatore dovrà formulare le proprie obiezioni, in particolare nei seguenti casi:
- condizioni e stato di fatto non corrispondenti alle indicazioni fornite,
  - prescrizioni non idonee inerenti la posa di ferramenta e serrature
  - sollecitazioni maggiori di quelle previste.
107. Qualora per la ferramenta il produttore abbia predisposto delle istruzioni d'uso, queste devono essere consegnate in copia al committente.
- 108.
109. Le serrature, ad eccezione di quelle a mappa e di quelle di mobili, devono differire in maniera tale, che nessuna serratura sia chiudibile con una chiave delle altre serrature fornite.
110. Sulle porte d'accesso agli edifici ed alle abitazioni lo scrocco delle serrature a cilindro o a mappa con tagli longitudinali deve essere azionabile sia con la chiave che con la maniglia.
111. Ambedue i battenti di porte a due ante dotate di serrature per uscite di sicurezza ed antipanico, devono essere apribili senza chiave nella direzione di fuga.
112. Le serrature a mappa possono essere impiegate soltanto per porte con ridotte esigenze di sicurezza, per es. porte interne di abitazioni.
113. Per gli impianti a chiusura centralizzata va fornita lo schema d'impianto. Da esso deve essere risultare l'attribuzione dei singoli cilindri e delle singole chiavi alle porte nonché la funzione di





chiusura delle chiavi singole e di quelle sovraordinate. La numerazione di chiavi e cilindri va eseguita mediante punzoni e deve essere ben leggibile. Le chiavi di un impianto a chiusura centralizzata devono avere l'unica funzione di chiusura indicata nello schema impianto.

### **29.3.2 Montaggio della ferramenta**

- 114. La ferramenta deve essere montata in modo da essere azionabile agevolmente ed in sicurezza.
- 115. Le parti della ferramenta soggette ad usura, devono essere facilmente sostituibili. Le viti di fissaggio del frontale delle serrature devono restare in vista.
- 116. Gli alloggiamenti e fori nelle parti su cui devono essere applicate le ferramenta occorrenti per il loro montaggio devono essere predisposti esattamente su misura.
- 117. Gli elementi su cui vanno applicate le ferramenta non vanno indeboliti più di quanto sia strettamente necessario e si eviterà comunque di compromettere l'utilizzo di detti elementi.
- 118. La ferramenta e i dispositivi di chiusura in palestre ed impianti sportivi devono essere incassati a scomparsa.
- 119. Le viti da legno vanno avvitate per tutta la loro lunghezza e non devono presentare sbavature. Le viti a testa incassata non devono sporgere. Non è ammesso l'impiego di chiodi filettati.
- 120. Per l'innesco di catenacci, scrocchi, linguette o altri dispositivi di chiusura vanno montati idonei pezzi di riscontro, per es. piastre di bloccaggio, bussole o bocchette.
- 121. Le maniglie ed i pomoli da avvitare all'interno dei mobili incorporati vanno dotate di cappellotto sul lato interno.
- 122. Le porte, le finestre e le porte finestre vanno dotate di ferramenta atte a garantire la facilità nonché la piena sicurezza dell'apertura e della chiusura ed il perfetto accostamento dei battenti. Anche dopo la pittura i battenti non devono strisciare in nessun punto. I distanziatori inseriti dal falegname non devono essere rimossi durante il montaggio delle ferramenta.
- 123. Le finestre con ante a bilico, se ribaltate per 180°, devono essere bloccabili in modo sicuro.
- 124. Le porte a libro vanno dotate di un catenaccio di bloccaggio per ogni due ante; nei punti di sospensione i catenacci vanno applicati solo in basso, negli altri punti sia in alto che in basso.
- 125. Le porte a fisarmonica vanno dotate di catenacci di bloccaggio. I catenacci vanno fissati sia in alto che in basso.
- 126. Le porte interne a libro ed a fisarmonica vanno dotate di catenacci che agiscano solamente verso il basso.
- 127. Il meccanismo di scorrimento di porte scorrevoli, porte a fisarmonica e porte a libro deve essere totalmente accessibile.



128. Le porte e i portoni scorrevoli con carrello di scorrimento in alto, devono essere dotate di una guida in basso, quelle con carrello di scorrimento in basso vanno dotate di una guida in alto.
129. Le porte a libro e a fisarmonica ed i portoni a libro, costituiti da più di 3 ante, devono essere dotati di una guida con registro in basso.
130. Le cerniere a perno vanno applicate in maniera tale da consentire l'apertura delle porte oltre 90°.
131. Le porte a bilico vanno montate in maniera che i battenti non si possano toccare. La distanza tra i battenti e dai battenti al telaio o all'imbotte non deve superare 5 mm e deve essere uniforme. Ciò vale anche per le porte a bilico ad un battente.
132. Le persiane a battente vanno corredate di ferramenta, che consenta di bloccarle in posizione aperta, senza che esse tocchino l'edificio. Con i battenti chiusi, non dovrà essere possibile sganciare le persiane o smontare la loro ferramenta dall'esterno.
133. Ante a ribalta con uno sbalzo superiore a 30 cm vanno dotate di dispositivi aggiuntivi di arresto, per es. di compassi.
134. Dopo il montaggio di tutta la ferramenta, questa va pulita; chiudiporta idraulici, cerniere a molla e comandi di sistemi di porte automatici devono essere registrati secondo le indicazioni del produttore. Serrature, chiusure antipanico, cremonesi, cerniere, alloggiamenti e simili vanno resi funzionanti e, qualora tecnicamente necessario, lubrificati.
135. Su ferramenta a scorrimento montate a scomparsa superfici di scorrimento vanno preventivamente trattate con grasso privo di acido.
136. Le scatole ad incasso per chiudiporta a pavimento vanno protette contro la sporcizia dopo la posa. Se i chiudiporta a pavimento sono esposti all'acqua, per es. in locali umidi o presso porte esterne prive di protezione contro le precipitazioni atmosferiche, lo spazio tra la scatola ed il contenitore del chiudiporta va riempito con materiale sigillante.
137. Serrature e chiusure per uscite di emergenza munite di scrocco e catenaccio vanno montati in maniera che il catenaccio con scrocco innestato possa essere chiuso senza fare attrito sull'intelaiatura fissa.

## **29.4 PRESTAZIONI ACCESSORIE E PRESTAZIONI PARTICOLARI**

### **29.4.1 Prestazioni accessorie**

Prestazioni accessorie, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.4.1, sono in particolare:

138. Montaggio e smontaggio nonché messa a disposizione dei ponteggi i cui piani di lavoro si trovino ad una quota non superiore a 2 m sopra il piano di campagna o sopra il pavimento.



- 139. Presentazione di campioni di tipo commerciale della ferramenta.
- 140. Fornitura di disegni di officina necessari per la predisposizione della ferramenta.

#### **29.4.2 Prestazioni particolari**

Prestazioni particolari, integrative rispetto a quelle indicate nelle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 1.4.2, sono per esempio:

- 141. Predisposizione di locali di soggiorno e di deposito, qualora il committente non metta a disposizione locali che possano essere chiusi facilmente.
- 142. Montaggio e smontaggio nonché messa a disposizione di ponteggi, i cui piani di lavoro si trovino ad un'altezza maggiore di 2 m sopra il piano campagna o il pavimento.
- 143. Predisposizione di campioni, se non vengono impiegati in cantiere.
- 144. Predisposizione e chiusura di aperture p.e. fori in muratura, calcestruzzo e simili.

#### **29.5 CONTABILIZZAZIONE**

Non ci sono disposizioni aggiuntive rispetto alle DTC "Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia", punto 5.

#### **29.6 SPECIFICHE DI PROGETTO**

##### **29.6.1 Infisso per finestre e portefinestre di alluminio**

Infisso per finestre, porte e portefinestre di alluminio con profilati della sezione di mm 65/70 e dello spessore minimo di mm 1,5 rifinito con le parti in vista satinato e con superficie totale della lega leggera ossidata anodicamente a 15 micron, fornito e posto in opera. Sono compresi: le guarnizioni in neoprene; gli apparecchi di manovra; i fermavetri a scatto; i pezzi speciali; le cerniere; le squadrette di alluminio; le maniglie in alluminio fuso. Marcatura CE e specifiche di cui alla norma UNI EN 14351-1 nei riguardi dei requisiti minimi obbligatori di resistenza ai carichi del vento, tenuta all'acqua, resistenza all'impatto, capacità portante dei dispositivi di sicurezza, isolamento acustico, trasmittanza termica, proprietà radiative delle vetrazioni, permeabilità all'aria, presenza di sostanze dannose.

##### **29.6.2 Pannello di vetro per finestre**

Vetro float, fornito e posto in opera su infisso in qualsiasi materiale (legno, ferro, PVC, alluminio, stratificato). Sono compresi la sigillatura con polimero siliconico, la guarnizione in gomma con eventuale collante, la pulitura, i tagli e gli sfridi. Spessore 6mm.



### **29.6.3 Porte interne in alluminio**

Porte interne in alluminio anodizzato o verniciate RAL a una o due ante, fornite e poste in opera. Sono esclusi il controtelaio, da murare, le opere murarie e le specchiature e/o la tamburatura. Sono compresi la ferramenta; la serratura con scrocco; le maniglie. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare l'opera finita inclusa la documentazione che certifichi la rispondenza alle norme applicabili, la marcatura CE, il rispetto delle specifiche di cui alla norma UNI EN 14351-2

### **29.6.4 Serramenti metallici con griglia di ventilazione**

Serramenti metallici, completi di telaio in profilati a taglio termico e vetro montato tipo camera bassoemissivo, con marcatura CE (UNI EN 14351-1),- di qualunque forma, tipo, dimensione e numero di battenti profili fermavetro, gocciolatoio, serratura, ferramenta e maniglia. Con trasmittanza termica complessiva  $U_w = 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$  (UNI EN ISO 10077-1). Griglia di ventilazione su battente del serramento.

### **29.6.5 Portone a libro**

Portone a libro senza guida inferiore, composto da pannelli dello spessore di 52 mm, aventi telaio interno perimetrale in acciaio zincato, coibentati con schiuma poliuretanica e rivestiti da lamiera liscia preverniciata, disponibile in diversi colori. Con porta ad 1 anta per passaggio pedonale e apertura ante a 180°

## 30 OPERE DI COMPLETAMENTO

### 30.1 PAVIMENTAZIONI INTERNE

#### 30.1.1 Generalità

La posa in opera dei pavimenti di qualsiasi tipo e genere dovrà venire eseguita in conformità a quanto più sotto specificato seguendo i piani e gli allineamenti indicati sui disegni di contratto ed alle disposizioni che verranno impartite dalla D.L.

I singoli elementi dovranno combaciare esattamente tra di loro, dovranno risultare perfettamente fissati al sottostrato e non dovrà verificarsi nelle connessioni dei diversi elementi a contatto, la benchè minima ineguaglianza. I pavimenti dovranno essere consegnati diligentemente finiti, lavorati e senza macchie di sorta. Resta comunque contrattualmente stabilito che per un periodo di almeno 10 giorni dopo l'ultimazione di ciascun pavimento, l'Appaltatore avrà l'obbligo di impedire l'accesso di qualunque persona nei locali.

Ad ogni modo, fino all'atto di collaudo finale l'Appaltatore è responsabile dell'integrità dei pavimenti e dovrà a sua cura e spese ricostruire le parti danneggiate.

#### 30.1.2 Pavimento industriale

Tale pavimento sarà eseguito in conglomerato cementizio a prestazione garantita secondo le norme UNI EN 206-1, UNI 11104 in conformità al DM 14/09/2005). La classe di resistenza non deve essere inferiore a Rck 335N/mm<sup>2</sup> (C28/30), classe di esposizione XC2, consistenza S5 (slump 23+3 cm) all'uscita della pompa. Il dosaggio del cemento non deve essere inferiore a 300 kg/m<sup>3</sup>. Il rapporto acqua cemento non deve superare il 0,60 e additivato con agente superfluidificante ed espansivo. La doppia rete costituita da fogli di rete elettrosaldata, all'interno del getto, saranno opportunamente distanziati dal sottofondo mediante la fornitura e posa in opera di distanziatori in ferro o in Pvc (l'altezza del distanziatore dipende dallo spessore del calcestruzzo), posizionati in modo da garantire il mantenimento della giusta posizione durante la fase di getto. Prima del getto si procede posando un doppio foglio incrociato in pe, sp. 0,20 mm, su cui posare i tralicci distanziatori e perimetralmente posando strisce in polietilene espanso quali distanziatori dalle strutture emergenti. Per il pavimento interno, l'impasto sarà fibrorinforzato con fibre strutturali in acciaio con dosaggio minimo 15 kg/m<sup>3</sup>. Successivamente verrà eseguita la lavorazione di frattazzatura del calcestruzzo fresco con l'ausilio di frattazzatrice a mano e/o meccanica per spianare il getto di calcestruzzo.

La stesura del getto di calcestruzzo deve rispettare determinati valori di planarità del pavimento. I criteri di verifica delle tolleranze rispettano le modalità della norma UNI 11146:2005. Le tolleranze dimensionali sono stabilite assumendo i limiti imposti dalla medesima normativa, opportunamente ridotti del 50%.



Saranno realizzati durante il getto di cls, giunti di costruzione "a barrotto", "a pettine" e di contrazione che dovranno formare riquadri, le cui dimensioni sono subordinate allo spessore della pavimentazione e ricostruzione, dove necessario, di giunti di ripresa di getto con travetto in resina. La formazione di giunti di contrazione avverrà mediante taglio meccanico a moduli con profondità idonea e successiva sigillatura con sigillante polisolfurico bicomponente impermeabile "gomma" per evitare la successiva fessurazione/rottura del cls nei giunti.

Il pavimento industriale interno sarà eseguito mediante applicazione a spolvero sulla superficie ancora fresca, in fase di indurimento, di miscele di resine epossidiche caricate con graniglia di quarzo atte a formare unapavimentazione liscia monolitica dello spessore finale di mm 2,5, avente caratteristiche di dielettricità, decontaminabilità, resistenza agli acidi, inattaccabilità ai detergenti, ai grassi e resistenza al calpestio.

### **30.1.3 Pavimento galleggiante sopraelevato**

Pavimento sopraelevato ispezionabile composto da struttura di sostegno formata da piedini, in acciaio zincato provvisti di barra filettata e dado di regolazione, bloccaggio con dado munito di tacche di fissaggio, testa a croce sagomata per l'aggancio di traverse, con campo di regolazione variabile in altezza; provvisto di guarnizione antirombo in polietilene antistatico a tenuta d'aria e polvere, autoestinguente e atossica, fissaggio al pavimento tramite idonei collanti o tasselli ad espansione; traverse di collegamento piedini in acciaio zincato a sezione Omega, disposte a maglie con interasse 600 x 600 mm, complete di guarnizioni antistatiche in polietilene a tenuta d'aria, antirombo, antipolvere, autoestinguenti e atossiche; pannello modulare 600 x 600 mm, in solfato di calcio monostrato, spessore 30/34 mm, euroclasse (A2FL-s1) (BFL-s1) (CFL-s1) se impiegato lungo le vie di esodo o, oltre alle precedenti, (A2FL-s1) (BFL-s1) se impiegato in altri ambienti, previsto per un carico accidentale di esercizio pari a 400 kg/m<sup>2</sup>.



## 31 OPERE ELETTROMECCANICHE

Nei paragrafi seguenti sono riportate le specifiche tecniche delle apparecchiature elettromeccaniche di cui è prevista la fornitura e installazione nell'ambito degli interventi di progetto. Ciascuna apparecchiatura deve essere accompagnata, oltre che da tutta la documentazione richiesta per legge, anche da tutte le informazioni necessarie ad una corretta installazione e manutenzione ordinaria e straordinaria, quali dichiarazione di conformità, certificazioni previste per legge per l'utilizzo con acqua potabile, manuali, disegni costruttivi a scala opportuna, elenco delle parti di ricambio.

Le apparecchiature devono essere fornite con una garanzia minima non inferiore a 24 mesi dalla prima messa in servizio, tenendo conto che l'avviamento delle diverse sezioni di impianto avviene in tempi successivi secondo il cronoprogramma lavori.

### 31.1 SEZIONE A1 – PRE-OSSIDAZIONE

#### 31.1.1 Macchine

##### 31.1.1.1 A1-CR-101 A/R

**SERVIZIO:** Fornitura aria per ossidazione ferro, manganese e composti organici

**QUANTITÀ:** 2 (1+1R)

**DESCRIZIONE:** Soffiante a canali laterali, 2 stadi in serie, comprensiva di filtro dell'aria, kit connessione composta da curva 90° e nipplo in PVC, valvola di sovrappressione/rompivuoto in alluminio 1"1/4, kit di installazione valvola per attacchi 1"1/4, manometro, kit di installazione manometro, valvola di ritegno a clapet G1"1/4 in bronzo, kit manicotto flessibile in neoprene 1"1/4G. Dotata di inverter 5,5 kW installato a bordo macchina.

**CARATTERISTICHE TECNICHE:**

- Portata aria: 20 Nm³/h
- Pressione differenziale: 450 mbar
- Alimentazione elettrica: V230-400/3/50-60Hz
- Potenza installata: 3,3 kW

##### 31.1.1.2 A1-PD-101

**SERVIZIO:** Dosaggio di ipoclorito di sodio al 15% per clorazione al break-point

**QUANTITÀ:** 1

**DESCRIZIONE:**

Pompa dosatrice con motore stepper a diaframma. Il motore stepper con controllo a microprocessore assicura un dosaggio preciso e omogeneo. La posizione e la velocità del diaframma sono controllati dal microprocessore per l'intero ciclo di mandata/aspirazione. La





modalità Slow Mode rende possibile ridurre la velocità di aspirazione per un adescamento ottimale dei liquidi viscosi. Le pompe dosatrici con motore stepper permettono il più preciso processo di dosaggio grazie a un incredibile rapporto di Turndown di 1:4800, per una distribuzione estremamente accurata e omogenea del prodotto da dosare in base alle esigenze di applicazione. Il kit di installazione incluso assicura il migliore e più veloce montaggio. Testata in PMMA.

**CARATTERISTICHE:**

- Dosaggio costante e proporzionale con multifunzione
- Montaggio orizzontale, con display digitale multicolore
- Pompa a diaframma con motore passo-passo
- Turndown ratio 1:4800
- Modalità Slow mode per liquidi viscosi
- Stato della pompa segnalato da Display Multicolore: pompa in funzione (verde); stand-by (bianco); avviso (giallo); allarme (rosso)
- Alimentazione 90 – 240 V, 50/60 Hz
- Corpo pompa con spurgo manuale
- Valvole con doppia biglia
- Controllo a microprocessore
- Valvole con doppia biglia
- Regolazione elettronica della portata
- Membrana in PTFE
- Modbus RTU

**CARATTERISTICHE TECNICHE:**

- Portata: 2 lt/h
- Pressione max di lavoro: 25 bar
- Alimentazione elettrica: 90-260 V/50 Hz
- Potenza assorbita: 30 W
- Frequenza: 150 giri/min
- Materiale testata dosatrice: PVDF
- Materiale valvole: PVDF
- Materiale sfera valvole: vetro
- Materiale o-ring: Viton
- Protezione: IP 65
- Classe di isolamento: F
- Connessioni: tubo flessibile 6x4

Comprese nella fornitura:

- n.1 valvola di fondo in PVDF 4x6mm;
- n.2 metri di tubo di mandata in PVDF 4x6mm;



- n.2 metri di tubo PVC 4x6mm di aspirazione;
- n.1 valvola di dosaggio in PVDF completa di sfera di non ritorno;
- n.1 interruttore di livello in PVDF;
- n.1 cavo di comando esterno.

### 31.1.2 Strumenti

#### 31.1.2.1 A1-LSLL-101, A1-LSL-101, A1-LSH-101, A1-LSHH-101, A1-LSLL-102, A1-LSL-102, A1-LSH-102

**SERVIZIO:** Interruttore di livello acqua greggia nella vasca di accumulo iniziale (A1-LSLL-101, A1-LSL-101, A1-LSH-101, A1-LSHH-101). Interruttore di livello per il serbatoio di ipoclorito di sodio (A1-LSLL-102, A1-LSL-102, A1-LSH-102).

**QUANTITÀ:** 7

**DESCRIZIONE** Interruttore di livello a galleggiante

**CARATTERISTICHE TECNICHE:**

- Applicazione liquidi
- Microswitch doppio per 250VAC/150VDC
- Forma cilindrica, per passaggio G1
- Corpo galleggiante: PP (Polipropilene)
- Cavo PVC: acqua/acqua reflua
- Lunghezza cavo: 20m

**ACCESSORI INCLUSI:**

Giunto di compressione G1A, PVC

Tenditore FTS20, rivest. PA

#### 31.1.2.2 A1-LIT-101

**SERVIZIO:** Misura di livello nella vasca di accumulo iniziale

**QUANTITÀ:** 1

**DESCRIZIONE** Misuratore di livello radar non a contatto. Non influenzato da variazioni di prodotto, pressione, temperatura e gas.

**CARATTERISTICHE TECNICHE:**

- Approvazione: Area Sicura
- Alimentazione; uscita: 2 fili; 4.20 mA HART
- Antenna; max campo di misura: 40mm/1-1/2", 15 m liquidi, -40...80oC/-40...176oF
- Attacco al processo: Filetto G1, PVDF
- Lunghezza cavo: 10 m
- Accessori inclusi: staffa di montaggio regolabile, 316L;
- Accessori inclusi: tubo protezione allagamento metalizz. PBT-PC



### 31.1.2.3 A1-FIT-101

**SERVIZIO:** Misura di portata nella tubazione in ingresso impianto

**QUANTITÀ:** 1

**DESCRIZIONE:** Misuratore di portata **elettromagnetico DN80** versione inline; applicazione per il settore delle acque potabili, utility e reflue industriali o municipalizzate. Approvazioni internazionali per le acque potabili. Lunghezza di montaggio: secondo DVGW/ISO. Versione con trasmettitore resistente alla corrosione. Stessa custodia per versione compatta/remota. Misuratore di portata standard versatile per l'industria delle acque potabili e reflue.

**CARATTERISTICHE TECNICHE:**

- Approvazione: area sicura
- Versione: Flangia fissa versione "ODN"
- Alimentazione: 100-240VAC/24VAC/DC
- Uscita; ingresso: Modbus RTU
- custodia: Compatta, rivestita Alu
- cavo per versione separata: Non prevista
- Connessione elettrica: Pressacavo M20
- rivestimento: gomma dura
- attacco al processo: PN16, carbonio, flangia EN1092-1 (DIN2501)
- elettrodi: 1.4435/316L
- calibrazione: 0.5%
- pacchetto applicativo: verifica Heartbeat + monitoraggio
- KTW certificato acqua potabile W 270

### 31.1.2.4 A1-AIT-101

**SERVIZIO:** Misuratore di torbidità in ingresso

**QUANTITÀ:** 1

Analizzatore di torbidità a deflusso pre-installato su rack di analisi. Torbidimetro online in bypass, dotato di pulizia automatica con tergisensore.

**Risulta compresa tutta l'impiantistica comprensiva di valvole, sensore flusso, pompe peristaltiche di invio campione al punto di misura, modulo cleaning, tubing per l'aria pneumatica per la pulizia ed il piping per lo scarico dell'acqua analizzata necessari per fornire lo strumento completo e installato a perfetta regola d'arte.**

**CARATTERISTICHE TECNICHE:**

- Intervallo di misura: 0 - 700 NTU / FNU / TE/F / FTU; 0 - 175 EBC
- Accuratezza:  $\pm 0,003$  NTU o 0,5% del valore misurato quale sia il valore maggiore
- Risoluzione: 0,0001 NTU / FNU / TE/F / FTU / EBC
- Unità di misura: NTU, FNU, TE/F, FTU, EBC



- Signal average time: 1 - 60 secondi (programmabile)
- Temperatura del campione: 2 - 50 °C
- Campione: pressione Massimo 6 bar, a 20 °C
- Velocità di flusso del campione: Da 200 a 1000 mL/min
- Temperatura di lavoro: 2 - 50 °C
- Umidità operativa Umidità relativa: 5 - 95% a varie temperature
- Dimensioni (HxLxP): 240 mm x 250 mm x 110 mm
- Peso: 1,5 kg
- Protezione: IP65

### 31.1.2.5 A1-AIT-102

**SERVIZIO:** Misuratore di ammonio in ingresso

**QUANTITÀ:** 1

Strumento ad alta precisione per la determinazione della concentrazione di ammoniaca, tramite un elettrodo a gas sensibile (GSE). Predisposto per l'ingresso in continuo di un campione proveniente da una unità di preparazione. Lo strumento misura nell'intervallo 0,05-20 mg/l NH<sub>4</sub>-N.

Il sistema è comprensivo di filtro auto-pulente per analizzatori composto da: pannello in polipropilene misure 600x400 mm, spessore 10 mm completo di 4 fori da 10 mm per fissaggio a parete; idraulica in PVC completa di cartuccia filtrante in acciaio inox, elettrovalvola a tre vie in 24Vcc per autopulizia della cartuccia, ingresso aria compressa completo di rubinetto, riduttore e manometro, quadretto di alimentazione IP55 completo di fusibile di protezione, alimentatore per elettrovalvola, timer pausa/lavoro.

**Risulta quindi compresa tutta l'impiantistica comprensiva di valvole, sensore flusso, pompe peristaltiche di invio campione al punto di misura, modulo cleaning, tubing per l'aria pneumatica per la pulizia ed il piping per lo scarico dell'acqua analizzata necessari per fornire lo strumento completo e installato a perfetta regola d'arte.**

**CARATTERISTICHE TECNICHE:**

- Intervallo di misura: 0,05 – 20 mg/l NH<sub>4</sub>-N
- Limite di rilevamento inferiore: 0,05 mg/l NH<sub>4</sub>-N
- Accuratezza: 3% +0,05 mg/l
- Tempo di risposta (T<sub>90</sub>): 5 minuti, compresa la preparazione del campione
- Intervallo di misura: 5-120 minuti
- Temperatura ambiente: -20 - +45 °C
- Temperatura del campione: +4 - +40 °C
- Installazione: a parete
- Dimensioni (LxHxP): 540 mm x 720 mm x 390 mm



- Peso: 31 kg, reagenti inclusi

#### 31.1.2.6 A1-AIT-103

**SERVIZIO:** Misuratore di cloro residuo in uscita dalla vasca di accumulo iniziale

**QUANTITÀ:** 1

**DESCRIZIONE:** Analizzatore di cloro a deflusso pre-installato su rack di analisi. Sensore amperometrico per la misura del cloro libero attivo (HOCl) a membrana selettiva. Range di misura 0 ... 20 mg/l. Il sistema è completo del portacella a deflusso in materiale plastico, del cavo di collegamento alla centralina digitale da 0,4 mt (disponibili prolunghe in opzione) e viene fornito pre-assemblato con pannello in acciaio di fissaggio a parete. La fornitura include start-up kit (4 membrane premontate e flacone di soluzione elettrolita).

**Risulta compresa tutta l'impiantistica comprensiva di valvole, sensore flusso, pompe peristaltiche di invio campione al punto di misura, kit di montaggio completo di portacella e piping per lo scarico dell'acqua analizzata necessari per fornire lo strumento completo e installato a perfetta regola d'arte.**

#### CARATTERISTICHE TECNICHE:

• Intervallo di misura	0-20 mg/l cloro libero attivo, programmabile
• Limite di rilevamento	5 ppb (0.005 mg/L) HOCl
• Accuratezza	2 % or $\pm 10$ ppb HOCl (a seconda di quale sia maggiore)
• Tempo di risposta	T90 < 90 secondi
• Intervallo di pressione	0,1-2 Bar in ingresso (pressione cella di flusso = pressione atmosferica)
• Portata	200 ... 250 ml/min (minimo); autoregolata da flussostato
• Compensazione di temperatura	automatica, oltre l'intervallo di temperatura del campione
• Temperatura del campione	+2 / +45°C
• Ingresso del campione	4/6 mm connessione rapida
• Connessioni di scarico	tubo da 12 mm

#### Configurazione standard

Il sistema di analisi viene fornito pre-assemblato su pannello completo di cella di flusso. Per metterlo in funzione è sufficiente montare il pannello nel punto desiderato, installare i sensori e collegare il controller. Per l'analisi non è richiesto alcun reattivo. Le membrane sono premontate su appositi cap, permettendo una riduzione dei costi operativi e di manutenzione.

La fornitura è comprensiva di Start up Kit per due anni di esercizio (4 membrane premontate, elettrolita, elettrodo di misura e guarnizioni), manuale e cavo di collegamento di 0.4 m per la centralina.



### 31.1.3 Equipaggiamenti

#### 31.1.3.1 A1-TK-101

**SERVIZIO:** Stoccaggio di ipoclorito di sodio

**QUANTITÀ:** 1

**DESCRIZIONE:** Serbatoio in polietilene lineare vergine, di primissima qualità, totalmente anti-UV, specifico per lo stoccaggio di acidi e basi oltre ad essere certificato per il contatto con gli alimenti, secondo le più recenti regolamentazioni Europee. Completo di guarnizione e sfiato.

**CARATTERISTICHE TECNICHE:**

- Cap. Geom.: 0,2 m³
- Fondo inferiore piano vaschetta di contenimento Øi: 785 mm
- Fondo superiore Øi: 610 mm
- H/L cilindro: 870 mm
- Finitura: PE BIANCO Naturale
- Prodotto: Ipoclorito di sodio
- Temperatura di Esercizio: Ambiente
- Installazione: All'interno

Accessori:

- Vaschetta anti-spandimento
- N. 1 tronchetto passante 1"1/2 EPDM per scarico
- N. 1 tronchetto gas MA 1"1/2 EPDM per scarico
- Rilevatore di perdite

#### 31.1.3.2 A1-DD-101

**SERVIZIO:** Diffusione aria in pre-ossidazione

**QUANTITÀ:** 1 rete di diffusori

**DESCRIZIONE:** Sistema di diffusori a disco 9" in EPDM

**CARATTERISTICHE TECNICHE E MATERIALI**

- Numero di diffusori in vasca: 6 diffusori
- Materiale diffusori: EPDM
- Collettore: PVC
- Portadiffusori: PVC
- Supporti: AISI304

**La fornitura e la posa della rete si intende comprensiva di tutti gli accessori e la rete sul fondo con inclusione di supporti, giunti, tubazioni, diffusori, spurgo.**



## 31.2 SEZIONE B1 – FILTRAZIONE DUAL MEDIA

### 31.2.1 Macchine

#### 31.2.1.1 B1-PS-101 A/R

**SERVIZIO:** Sollevamento acqua grezza verso filtri in serie

**QUANTITÀ:** 2 (1+1R)

**DESCRIZIONE:** Le prestazioni del gruppo sono adattate alle reali necessità grazie all'inserimento/disinserimento delle pompe necessarie e al controllo in parallelo delle pompe in funzione. Le pompe vengono inserite/disinserite in modo automatico in funzione del carico, del tempo e di eventuali guasti.

Il gruppo di aumento pressione è dotato di pompe con motori a velocità variabile integrati.

La totale efficienza di questo motore con il convertitore di frequenza va oltre il livello IE3 stabilito dalla norma IEC60034-31, anche se questa norma si applica solo al motore.

Il sistema si compone di queste parti:

- N.2 pompe centrifughe verticali multistadio. Le basi e teste delle pompe sono in ghisa sferoidale EN-GJS-500-7; le altre parti sono in acciaio inox EN DIN 1.4301 (AISI 304). Le pompe sono dotate di una tenuta meccanica a cartuccia tipo HQQE (SiC/SiC/EPDM) di facile manutenzione;
- N.2 collettori in acciaio inox EN DIN 1.4301 (AISI 304);
- base in acciaio zincato;
- Una valvola di non ritorno e due valvole di intercettazione per ciascuna pompa;
- Adattatore con valvola di intercettazione per il collegamento del serbatoio a membrana.
- Manometro e trasmettitore di pressione (uscita analogica, 4-20 mA).
- Controllore in un armadietto di acciaio, IP54, includendo un interruttore principale, tutti fusibili, protezione motore, attrezzatura di commutazione e quadro di controllo multi-pompa intelligente controllato con microprocessore.

Disponibili una protezione contro la marcia a secco e un serbatoio a membrana secondo la lista di accessori.

Il funzionamento della pompa è controllato da un controllore attraverso le seguenti funzioni:

- Quadro di controllo multi-pompa intelligente;
- controllo continuo della pressione attraverso la regolazione di ogni singola pompa;
- Regolatore PID con parametri PI regolabili ( $K_p + T_i$ );
- pressione costante al setpoint, indipendentemente dalla pressione in aspirazione;
- funzionamento on/off a bassa portata;
- regolazione automatica a cascata delle pompe per un'ottima efficienza;
- selezione tempo min tra l'avvio/arresto, cambio pompa automatico e priorità pompe;



- possibilità di allocare un pompa in standby;
- possibilità di un sensore di backup (sensore primario ridondante);
- funzionamento manuale;
- possibilità di modifica del setpoint tramite influenza della temperatura;
- funzione log;
- rampa setpoint;
- possibilità di funzionalità di controllo remoto digitali;
- on/off sistema;
- punto di lavoro max., min. o definito dall'utente;
- fino a sei setpoint alternativi;
- possibilità di configurazione individuale di ingressi e uscite digitali;
- funzionalità di monitoraggio pompa e sistema;
- limiti minimi e massimi del valore corrente;
- pressione in aspirazione;
- protezione del motore;
- i sensori sono monitorati per evitare malfunzionamenti;
- log allarmi con i precedenti 24 avvisi/allarmi;
- display con informazioni di funzionamento;
- display a colori;
- spia di funzionamento verde e spia guasto rossa;
- contatti di commutazione a potenziale zero per il funzionamento e il guasto;
- Comunicazione Modbus RTU;

E' possibile aggiungere dei moduli di comunicazione per la comunicazione SCADA/BMS.

Le pompe, tubazioni, e tutti i cablaggi sono montati su un'unica piattaforma.

Il controllore è fornito per l'installazione vicino al gruppo di aumento pressione.

Il gruppo di aumento pressione è stato preimpostato e testato.

Liquido pompato: Acqua Temperatura del liquido: da 5 °C a 60 °C Max.

Pressione di esercizio: 16 bar Alimentazione di rete

#### **CARATTERISTICHE TECNICHE:**

- Portata: 25 m³/h
- Portata massima: 56,8 m³/h
- Prevalenza: 17 m
- Prevalenza massima: 41,4 m
- Peso lordo: 324 kg

#### **CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE:**

- DN ingresso collettore: DN80 PN16





- DN uscita collettore: DN80 PN16

**CARATTERISTICHE MOTORE ELETTRICO:**

- Potenza nominale: 3 kW
- Tensione/frequenza: 380-415V – 50 Hz
- Corrente nominale: 12.4 A
- Tipo motore: 3 ~
- Tipo di avviamento: elettronica
- Grado di protezione: IP54

**31.2.2 Strumenti**

**31.2.2.1 B1-PI-101 A/R**

**SERVIZIO:** Misura di pressione sulla mandata delle pompe di invio acqua grezza verso filtri

**QUANTITÀ:** 2

**DESCRIZIONE:** Manometro per la misura della pressione completo di stacco, rubinetto di prelievo con valvola manuale di apertura da ½", valvola di intercettazione da ½" sulla tubazione principale.

**CARATTERISTICHE TECNICHE:**

- Pressione massima: 20 bar
- Temperatura max. di lavoro: 70 °C
- Densità: ≥ 0.8 g/cm³

**31.2.2.2 B1-PI-102, B1-PI-103**

**SERVIZIO:** Misura di pressione nel tubo in ingresso e in uscita dal filtro

**QUANTITÀ:** 2

**DESCRIZIONE:** Manometro per la misura della pressione completo di stacco, rubinetto di prelievo con valvola manuale di apertura da ½", valvola di intercettazione da ½" sulla tubazione principale.

**CARATTERISTICHE TECNICHE:**

- Pressione massima: 20 bar
- Temperatura max. di lavoro: 70 °C
- Densità: ≥ 0.8 g/cm³

**31.2.2.3 B1-PIT-101, B1-PIT-102**

**SERVIZIO:** Trasmettitore di pressione del tubo in ingresso e in uscita dal filtro

**QUANTITÀ:** 2

**DESCRIZIONE:** Misura di pressione, capacitiva, compatta, con sensore ceramico. Applicazione: pressione, livello. Membrana ceramica: resistente al vuoto, resistente all'abrasione, a secco. Accuratezza tipica: +/- 0.15% (Platino +/-0.075%). Trasmettitore modulare. Completo di test report (3 punti). Facile messa in servizio in campo. Completo di valvola di intercettazione a monte.

**CARATTERISTICHE TECNICHE:**

- Approvazione: Area sicura
- Uscita: 2 fili 4-20 mA HART
- Display; operatività: Segment display senza pulsanti + bluetooth
- Custodia; Materiale: Singolo vano; Alu, verniciato
- Connessione elettrica: pressacavo M20, plastica, IP66/68 NEMA 4X/6P
- Campo del sensore: 10bar/1MPa/150psi relativo
- Taratura; unità: personalizzata lineare; vedere info aggiuntive
- Attacco al processo: Filetto ISO228 G1/2 foro 11.4mm, 316L
- Guarnizione: EPDM
- Certificazione aggiuntiva: KTW certificato acqua potabile W 270

**31.2.3 Organi di regolazione****31.2.3.1 B1-VFpo-101**

**SERVIZIO:** Intercettazione flusso in ingresso al filtro

**QUANTITÀ:** 1

**DESCRIZIONE:**

Valvola a Farfalla Centrica Corpo Wafer DN100 PN10

- Valvola realizzata in accordo alla norma EN593, EN1074-1 e EN1074-2.
- Flange di connessione in accordo a EN1092-2 PN10.
- Scartamento secondo Norma EN558 Serie 20.
- Collaudi idraulici secondo Norma EN12266-1.
- Flangia superiore corpo valvola per servocomando secondo ISO5211
- Corpo realizzato in ghisa sferoidale GJS 400-15 secondo EN1563.
- Disco realizzato in acciaio inox AISI 304 secondo EN10088.
- Guarnizione di tenuta principale inserita a pressione nel corpo valvola in gomma EPDM EN681-1.
- Albero di manovra realizzato in due pezzi di acciaio inox EN 1.4021 (AISI 420) secondo EN10088-3.
- Accoppiamento tra asse e disco otturatore a forma quadra dal DN40 al DN200, a mezzo spine coniche in acciaio INOX per DN superiori
- Boccole antifrizione in fibra di vetro rivestite in PTFE
- O-Ring in NBR.
- Valvole con comando a leva lucchettabile in 10 posizioni dal DN40 a DN200.
- Leva in fusione di ghisa, verniciatura epossidica colore nero.
- Valvole con comando a mezzo riduttore di sforzo e volantino dal DN250 al DN600.



- Rivestimento esterno in polvere epossidica di colore blu RAL 5015 con spessore di 250 micron.
- Temperatura d'esercizio 0°C - 120°C
- Range: da DN40 a DN600
- Prodotto conforme al DM174 del 2004 per l'utilizzo con acque destinate al consumo umano.

Box di finecorsa compatto con nr.2 finecorsa elettromeccanici SPDT uno per la posizione di chiuso e uno per la posizione di aperto

- Connessione all'attuatore pneumatico secondo norme VDI/VDE 3845.
- Corpo box in Nylon PA6
- Coperchio trasparente in Policarbonato con indicatore di posizione visivo sporgente "3D".
- Grado di protezione IP67 secondo norme DIN EN 60529
- Nr.1 ingresso cavi con pressacavo nero M20x1,5 per cavo diametro 6-12 mm.
- Staffe di connessione in Nylon caricato fibra di vetro o acciaio INOX, regolabili in altezza e lunghezza.
- Guarnizioni in gomma NBR, viteria esterna di connessione in acciaio INOX AISI304.
- Nr.2 micro aventi contatti in argento nr.1 NO + nr.1 NC.
- Massima corrente 16A (250V AC), 2,5A (24V DC)
- Temperatura di esercizio -20°C + 80°C.
- Etichetta identificativa.
- Certificato CE

Attuatore pneumatico angolare a doppio effetto, tipo FO, Corpo in alluminio estruso con rivestimento di protezione anticorrosione all'interno ed all'esterno. Superficie interna levigata.

Funzionamento tramite accoppiamento del tipo pignone/cremagliera per una maggiore durata e un rapido azionamento.

- Viti di finecorsa esterne in acciaio INOX indipendenti, per la regolazione dell'angolo di rotazione da -5°÷15° / 75°÷95°.
- Albero centrale monopezzo realizzato in acciaio nichelato dotato di pignone opportunamente lavorato e resistente all'usura.
- Pistoni in alluminio anodizzato.
- Coperchi laterali in alluminio anodizzato e rivestito in Poliestere colore blue RAL5015.
- Viteria di assemblaggio esterna in acciaio INOX.
- Base di accoppiamento alla valvola secondo norma ISO 5211.
- Connessioni accessori in accordo alla norma VDI/VDE 3848.
- Pressione massima di esercizio 8 BAR.



- Temperatura di esercizio -40°C + 80°C.
- Etichetta identificativa dotata di numero seriale identificativo.
- Certificato ATEX 94/9/EG
- Certificato SIL IEC61508

### 31.2.3.2 B1-VFpo-102

**SERVIZIO:** Intercettazione ingresso controlavaggio filtro

**QUANTITÀ:** 1

**DESCRIZIONE:**

Valvola a Farfalla Centrica Corpo Wafer DN100 PN10

- Valvola realizzata in accordo alla norma EN593, EN1074-1 e EN1074-2.
- Flange di connessione in accordo a EN1092-2 PN10.
- Scartamento secondo Norma EN558 Serie 20.
- Collaudi idraulici secondo Norma EN12266-1.
- Flangia superiore corpo valvola per servocomando secondo ISO5211
- Corpo realizzato in ghisa sferoidale GJS 400-15 secondo EN1563.
- Disco realizzato in acciaio inox AISI 304 secondo EN10088.
- Guarnizione di tenuta principale inserita a pressione nel corpo valvola in gomma EPDM EN681-1.
- Albero di manovra realizzato in due pezzi di acciaio inox EN 1.4021 (AISI 420) secondo EN10088-3.
- Accoppiamento tra asse e disco otturatore a forma quadra dal DN40 al DN200, a mezzo spine coniche in acciaio INOX per DN superiori
- Boccole antifrizione in fibra di vetro rivestite in PTFE
- O-Ring in NBR.
- Valvole con comando a leva lucchettabile in 10 posizioni dal DN40 a DN200.
- Leva in fusione di ghisa, verniciatura epossidica colore nero.
- Valvole con comando a mezzo riduttore di sforzo e volantino dal DN250 al DN600.
- Rivestimento esterno in polvere epossidica di colore blu RAL 5015 con spessore di 250 micron.
- Temperatura d'esercizio 0°C - 120°C
- Range: da DN40 a DN600
- Prodotto conforme al DM174 del 2004 per l'utilizzo con acque destinate al consumo umano.

Box di finecorsa compatto con nr.2 finecorsa elettromeccanici SPDT uno per la posizione di chiuso e uno per la posizione di aperto



- Connessione all'attuatore pneumatico secondo norme VDI/VDE 3845.
- Corpo box in Nylon PA6
- Coperchio trasparente in Policarbonato con indicatore di posizione visivo sporgente "3D".
- Grado di protezione IP67 secondo norme DIN EN 60529
- Nr.1 ingresso cavi con pressacavo nero M20x1,5 per cavo diametro 6-12 mm.
- Staffe di connessione in Nylon caricato fibra di vetro o acciaio INOX, regolabili in altezza e lunghezza.
- Guarnizioni in gomma NBR, viteria esterna di connessione in acciaio INOX AISI304.
- Nr.2 micro aventi contatti in argento nr.1 NO + nr.1 NC.
- Massima corrente 16A (250V AC), 2,5A (24V DC)
- Temperatura di esercizio -20°C + 80°C.
- Etichetta identificativa.
- Certificato CE

Attuatore pneumatico angolare a doppio effetto, tipo FC, Corpo in alluminio estruso con rivestimento di protezione anticorrosione all'interno ed all'esterno. Superficie interna levigata.

Funzionamento tramite accoppiamento del tipo pignone/cremagliera per una maggiore durata e un rapido azionamento.

- Viti di finecorsa esterne in acciaio INOX indipendenti, per la regolazione dell'angolo di rotazione da -5°÷15° / 75°÷95°.
- Albero centrale monopezzo realizzato in acciaio nichelato dotato di pignone opportunamente lavorato e resistente all'usura.
- Pistoni in alluminio anodizzato.
- Coperchi laterali in alluminio anodizzato e rivestito in Poliestere colore blue RAL5015.
- Viteria di assemblaggio esterna in acciaio INOX.
- Base di accoppiamento alla valvola secondo norma ISO 5211.
- Connessioni accessori in accordo alla norma VDI/VDE 3848.
- Pressione massima di esercizio 8 BAR.
- Temperatura di esercizio -40°C + 80°C.
- Etichetta identificativa dotata di numero seriale identificativo.
- Certificato ATEX 94/9/EG
- Certificato SIL IEC61508

### 31.2.3.3 B1-VFpo-103

**SERVIZIO:** Intercettazione scarichi controlavaggio filtro

**QUANTITÀ:** 1

**DESCRIZIONE:**

Valvola a Farfalla Centrica Corpo Wafer DN100 PN10

- Valvola realizzata in accordo alla norma EN593, EN1074-1 e EN1074-2.
- Flange di connessione in accordo a EN1092-2 PN10.
- Scartamento secondo Norma EN558 Serie 20.
- Collaudi idraulici secondo Norma EN12266-1.
- Flangia superiore corpo valvola per servocomando secondo ISO5211
- Corpo realizzato in ghisa sferoidale GJS 400-15 secondo EN1563.
- Disco realizzato in acciaio inox AISI 304 secondo EN10088.
- Guarnizione di tenuta principale inserita a pressione nel corpo valvola in gomma EPDM EN681-1.
- Albero di manovra realizzato in due pezzi di acciaio inox EN 1.4021 (AISI 420) secondo EN10088-3.
- Accoppiamento tra asse e disco otturatore a forma quadra dal DN40 al DN200, a mezzo spine coniche in acciaio INOX per DN superiori
- Boccole antifrizione in fibra di vetro rivestite in PTFE
- O-Ring in NBR.
- Valvole con comando a leva lucchettabile in 10 posizioni dal DN40 a DN200.
- Leva in fusione di ghisa, verniciatura epossidica colore nero.
- Valvole con comando a mezzo riduttore di sforzo e volantino dal DN250 al DN600.
- Rivestimento esterno in polvere epossidica di colore blu RAL 5015 con spessore di 250 micron.
- Temperatura d'esercizio 0°C - 120°C
- Range: da DN40 a DN600
- Prodotto conforme al DM174 del 2004 per l'utilizzo con acque destinate al consumo umano.

Box di finecorsa compatto con nr.2 finecorsa elettromeccanici SPDT uno per la posizione di chiuso e uno per la posizione di aperto

- Connessione all'attuatore pneumatico secondo norme VDI/VDE 3845.
- Corpo box in Nylon PA6
- Coperchio trasparente in Policarbonato con indicatore di posizione visivo sporgente "3D".
- Grado di protezione IP67 secondo norme DIN EN 60529
- Nr.1 ingresso cavi con pressacavo nero M20x1,5 per cavo diametro 6-12 mm.
- Staffe di connessione in Nylon caricato fibra di vetro o acciaio INOX, regolabili in altezza e lunghezza.
- Guarnizioni in gomma NBR, viteria esterna di connessione in acciaio INOX AISI304.



- Nr.2 micro aventi contatti in argento nr.1 NO + nr.1 NC.
- Massima corrente 16A (250V AC), 2,5A (24V DC)
- Temperatura di esercizio -20°C + 80°C.
- Etichetta identificativa.
- Certificato CE

Attuatore pneumatico angolare a doppio effetto, tipo FC, corpo in alluminio estruso con rivestimento di protezione anticorrosione all'interno ed all'esterno. Superficie interna levigata.

Funzionamento tramite accoppiamento del tipo pignone/cremagliera per una maggiore durata e un rapido azionamento.

- Viti di finecorsa esterne in acciaio INOX indipendenti, per la regolazione dell'angolo di rotazione da -5°÷15° / 75°÷95°.
- Albero centrale monopezzo realizzato in acciaio nichelato dotato di pignone opportunamente lavorato e resistente all'usura.
- Pistoni in alluminio anodizzato.
- Coperchi laterali in alluminio anodizzato e rivestito in Poliestere colore blue RAL5015.
- Viteria di assemblaggio esterna in acciaio INOX.
- Base di accoppiamento alla valvola secondo norma ISO 5211.
- Conessioni accessori in accordo alla norma VDI/VDE 3848.
- Pressione massima di esercizio 8 BAR.
- Temperatura di esercizio -40°C + 80°C.
- Etichetta identificativa dotata di numero seriale identificativo.
- Certificato ATEX 94/9/EG
- Certificato SIL IEC61508

#### **31.2.3.4 B1-VFpo-104**

**SERVIZIO:** Intercettazione scarichi secondo controlavaggio filtro

**QUANTITÀ:** 1

**DESCRIZIONE:**

Valvola a Farfalla Centrica Corpo Wafer DN100 PN10

- Valvola realizzata in accordo alla norma EN593, EN1074-1 e EN1074-2.
- Flange di connessione in accordo a EN1092-2 PN10.
- Scartamento secondo Norma EN558 Serie 20.
- Collaudi idraulici secondo Norma EN12266-1.
- Flangia superiore corpo valvola per servocomando secondo ISO5211
- Corpo realizzato in ghisa sferoidale GJS 400-15 secondo EN1563.
- Disco realizzato in acciaio inox AISI 304 secondo EN10088.



- Guarnizione di tenuta principale inserita a pressione nel corpo valvola in gomma EPDM EN681-1.
- Albero di manovra realizzato in due pezzi di acciaio inox EN 1.4021 (AISI 420) secondo EN10088-3.
- Accoppiamento tra asse e disco otturatore a forma quadra dal DN40 al DN200, a mezzo spine coniche in acciaio INOX per DN superiori
- Boccole antifrizione in fibra di vetro rivestite in PTFE
- O-Ring in NBR.
- Valvole con comando a leva lucchettabile in 10 posizioni dal DN40 a DN200.
- Leva in fusione di ghisa, verniciatura epossidica colore nero.
- Valvole con comando a mezzo riduttore di sforzo e volantino dal DN250 al DN600.
- Rivestimento esterno in polvere epossidica di colore blu RAL 5015 con spessore di 250 micron.
- Temperatura d'esercizio 0°C - 120°C
- Range: da DN40 a DN600
- Prodotto conforme al DM174 del 2004 per l'utilizzo con acque destinate al consumo umano.

Box di finecorsa compatto con nr.2 finecorsa elettromeccanici SPDT uno per la posizione di chiuso e uno per la posizione di aperto

- Connessione all'attuatore pneumatico secondo norme VDI/VDE 3845.
- Corpo box in Nylon PA6
- Coperchio trasparente in Policarbonato con indicatore di posizione visivo sporgente "3D".
- Grado di protezione IP67 secondo norme DIN EN 60529
- Nr.1 ingresso cavi con pressacavo nero M20x1,5 per cavo diametro 6-12 mm.
- Staffe di connessione in Nylon caricato fibra di vetro o acciaio INOX, regolabili in altezza e lunghezza.
- Guarnizioni in gomma NBR, viteria esterna di connessione in acciaio INOX AISI304.
- Nr.2 micro aventi contatti in argento nr.1 NO + nr.1 NC.
- Massima corrente 16A (250V AC), 2,5A (24V DC)
- Temperatura di esercizio -20°C + 80°C.
- Etichetta identificativa.
- Certificato CE

Attuatore pneumatico angolare a doppio effetto, tipo FC, corpo in alluminio estruso con rivestimento di protezione anticorrosione all'interno ed all'esterno. Superficie interna levigata.





Funzionamento tramite accoppiamento del tipo pignone/cremagliera per una maggiore durata e un rapido azionamento.

- Viti di finecorsa esterne in acciaio INOX indipendenti, per la regolazione dell'angolo di rotazione da  $-5^{\circ} \div 15^{\circ}$  /  $75^{\circ} \div 95^{\circ}$ .
- Albero centrale monopezzo realizzato in acciaio nichelato dotato di pignone opportunamente lavorato e resistente all'usura.
- Pistoni in alluminio anodizzato.
- Coperchi laterali in alluminio anodizzato e rivestito in Poliestere colore blue RAL5015.
- Viteria di assemblaggio esterna in acciaio INOX.
- Base di accoppiamento alla valvola secondo norma ISO 5211.
- Connessioni accessori in accordo alla norma VDI/VDE 3848.
- Pressione massima di esercizio 8 BAR.
- Temperatura di esercizio  $-40^{\circ}\text{C} + 80^{\circ}\text{C}$ .
- Etichetta identificativa dotata di numero seriale identificativo.
- Certificato ATEX 94/9/EG
- Certificato SIL IEC61508

#### **31.2.3.5 B1-VFpo-105**

**SERVIZIO:** Intercettazione acqua filtrata in uscita dal filtro

**QUANTITÀ:** 1

**DESCRIZIONE:**

Valvola a Farfalla Centrica Corpo Wafer DN100 PN10

- Valvola realizzata in accordo alla norma EN593, EN1074-1 e EN1074-2.
- Flange di connessione in accordo a EN1092-2.
- Scartamento secondo Norma EN558 Serie 20.
- Collaudi idraulici secondo Norma EN12266-1.
- Flangia superiore corpo valvola per servocomando secondo ISO5211
- Corpo realizzato in ghisa sferoidale GJS 400-15 secondo EN1563.
- Disco realizzato in acciaio inox AISI 304 secondo EN10088.
- Guarnizione di tenuta principale inserita a pressione nel corpo valvola in gomma EPDM EN681-1.
- Albero di manovra realizzato in un unico pezzo di acciaio inox EN 1.4021 (AISI 420) secondo EN10088-3.
- Accoppiamento tra asse e disco otturatore a forma quadra dal DN40 al DN200,
- a mezzo spine coniche in acciaio INOX per DN superiori.
- Boccole antifrizione in fibra di vetro rivestite PTFE.



- O-Ring in NBR.
- Valvole con comando a leva lucchettabile in 10 posizioni dal DN40 a DN200.
- Leva in fusione di ghisa, verniciatura epossidica colore nero.
- Valvole con comando a mezzo riduttore di sforzo e volantino dal DN250 al DN600.
- Rivestimento esterno in polvere epossidica di colore blu RAL 5015 con spessore di 250 micron.
- Temperatura d'esercizio 0°C - 120°C
- Range: da DN40 a DN600
- Prodotto conforme al DM174 del 2004 per l'utilizzo con acque destinate al consumo umano.

Box di finecorsa compatto con nr.2 finecorsa elettromeccanici SPDT uno per la posizione di chiuso e uno per la posizione di aperto

- Connessione all'attuatore pneumatico secondo norme VDI/VDE 3845.
- Corpo box in Nylon PA6
- Coperchio trasparente in Policarbonato con indicatore di posizione visivo sporgente "3D".
- Grado di protezione IP67 secondo norme DIN EN 60529
- Nr.1 ingresso cavi con pressacavo nero M20x1,5 per cavo diametro 6-12 mm.
- Staffe di connessione in Nylon caricato fibra di vetro o acciaio INOX, regolabili in altezza e lunghezza.
- Guarnizioni in gomma NBR, viteria esterna di connessione in acciaio INOX AISI304.
- Nr.2 micro aventi contatti in argento nr.1 NO + nr.1 NC.
- Massima corrente 16A (250V AC), 2,5A (24V DC)
- Temperatura di esercizio -20°C + 80°C.
- Etichetta identificativa.
- Certificato CE

Attuatore pneumatico angolare a doppio effetto, tipo FC, corpo in alluminio estruso con rivestimento di protezione anticorrosione all'interno ed all'esterno. Superficie interna levigata.

Funzionamento tramite accoppiamento del tipo pignone/cremagliera per una maggiore durata e un rapido azionamento.

- Viti di finecorsa esterne in acciaio INOX indipendenti, per la regolazione dell'angolo di rotazione da  $-5^{\circ} \div 15^{\circ}$  /  $75^{\circ} \div 95^{\circ}$ .
- Albero centrale monopezzo realizzato in acciaio nichelato dotato di pignone opportunamente lavorato e resistente all'usura.
- Pistoni in alluminio anodizzato.
- Coperchi laterali in alluminio anodizzato e rivestito in Poliestere colore blue RAL5015.
- Viteria di assemblaggio esterna in acciaio INOX.
- Base di accoppiamento alla valvola secondo norma ISO 5211.



- Connessioni accessori in accordo alla norma VDI/VDE 3848.
- Pressione massima di esercizio 8 BAR.
- Temperatura di esercizio -40°C + 80°C.
- Etichetta identificativa dotata di numero seriale identificativo.
- Certificato ATEX 94/9/EG
- Certificato SIL IEC61508

### 31.2.4 Equipaggiamenti

#### 31.2.4.1 B1-FS-101

**SERVIZIO:** Filtrazione dell'acqua grezza pre-trattata

**QUANTITÀ:** 1

**DESCRIZIONE:** Filtro in pressione dual media multistrato specifico, adatti al contatto con acqua per uso alimentare, aventi granulometria e pesi specifici differenziati, per la filtrazione selettiva della torbidità e delle sostanze sospese in genere, composto da serbatoio in acciaio al carbonio S275JR verniciato D1800 mm tipo verticale per filtrazione a sabbia.

Al termine del ciclo produttivo, da predeterminare in funzione della qualità dell'acqua da filtrare, l'apparecchio effettuerà automaticamente la fase di lavaggio.

Il filtro è formato da un contenitore a forma cilindrica verticale, robusti piedi di appoggio ed appositi passi d'uomo per ispezioni e caricamento delle masse filtranti. Tale contenitore è costruito secondo UNI-EN 10025 in lamiera di acciaio elettrosaldato Fe 360 B con fondi bombati e bordati, trattato contro la corrosione con il seguente ciclo di verniciatura:

- internamente: processo di sabbiatura grado SA 2½ - 3 ed applicazione di una mano di fondo in primer epossipoliamidico bicomponente e doppio strato di vernice epossidica senza solventi, atossica per alimenti (spessore totale: circa 250 µm).
- esternamente: processo di sabbiatura grado SA 2½ ed applicazione di una mano di fondo in primer epossipoliamidico ed uno strato di smalto epossivinilico bicomponente (spessore totale: circa 100 µm).

La batteria di manovra, che controlla le varie fasi operative, è costituita da 6 valvole indipendenti (B1-VFpo-101, B1-VFpo-102, B1-VFpo-103, B1-VFpo-104, B1-VFpo-105, B1-VFpo-106) del tipo a farfalla con attuatore pneumatico, fra loro intercollegate con tubazioni e raccordi in acciaio inox AISI304.

#### **CARATTERISTICHE TECNICHE:**

- Portata di massima di esercizio: 25,2 m³/h
- Portata massima: 60,0 m³/h
- Velocità di filtrazione massima prevista : 10 m/h
- Diametro del contenitore : 1800 mm
- Superficie filtrante : 2,54 m²
- Altezza fasciame : 1500 mm



- Perdita di carico (inizio – fine ciclo) : circa 0,25 – 0,75 bar
- Pressione operativa : min 1,5 bar – max 5 bar
- Pressione di collaudo : 7,5 bar
- Durata del ciclo di lavaggio con aria : 8 minuti
- Portata aria richiesta per il controlavaggio: 160 Nm<sup>3</sup>/h
- Durata del ciclo di lavaggio con acqua : 12 minuti
- Portata massima richiesta per il controlavaggio : 90 m<sup>3</sup>/h
- Volume d'acqua per il lavaggio : circa 16 m<sup>3</sup>
- Raccordi entrata/uscita e scarico : DN 100
- Ingombro totale : mm 1800 x 2150 x 2780 H
- Alimentazione elettrica : 24-110-230 V - 50 Hz
- Peso alla spedizione/in esercizio : 5450 kg - 6400 kg

#### **MATERIALE FILTRANTE**

##### **Antracite**

##### Caratteristiche fisiche

- Colore: Nero
- Aspetto: granulare – angolare
- Aspetto superficiale: Materiale lucente e granulare, struttura amorfa e trama liscia.
- Uniformità: omogeneo e libero da materiale estraneo

##### Caratteristiche chimico-fisiche

- Dimensione effettiva: > 1,0 mm
- Coefficiente di uniformità: <1,7
- Peso specifico tal quale: 650 – 1000 kg/m<sup>3</sup>
- Peso specifico compattato: 650 – 1020 kg/m<sup>3</sup>
- Durezza > 3 mohs
- Sfericità > 0,65
- Contenuto di acqua a 105 °C: < 2%
- Perdita di peso in HCl: < 2%
- Ceneri: < 7%
- Umidità all'imballo: < 2%
- Tenore di carbonio: > 90%
- Sostanze volatili: 3 +/- 1%
- Zolfo: < 0,5%

##### Granulometria:



Sopra (mm)	Sopra (Mesh)	Specifiche
2.38	8	0-3%
1.68	12	10-35%
1.19	16	30-60%
0.84	20	20-40%
0.59	30	0-1,5%

Conforme allo standard UNI ISO EN 12909 "Antracite destinata all'utilizzo per il trattamento delle acque destinate al consumo umano".

#### **Quarzite**

##### Caratteristiche fisiche

- Colore: Grigio/Bianco, Giallo
- Forma: sferica – angolare
- Aspetto superficiale: Materiale granulare, struttura cristallina, tessitura liscia o rugosa
- Uniformità: omogeneo e libero da materiale estraneo

##### Caratteristiche chimico-fisiche

- Dimensione effettiva: > 0,5 mm
- Coefficiente di uniformità: <1,4
- Peso specifico tal quale: 1400 – 1700 kg/m<sup>3</sup>
- Peso specifico compattato: 1500 – 1900 kg/m<sup>3</sup>
- Porosità 42-44%
- Durezza > 3 mohs
- Sfericità > 0,8
- Contenuto di acqua a 105 °C: < 1%
- Perdita di peso in HCl: < 5%
- Ceneri: > 80%

##### Granulometria:

Sopra (mm)	Sopra (Mesh)	Specifiche
1.19	16	0-2%
0.841	20	0-50%
0.595	30	40-100%
0.420	40	0-20%
0.297	50	0-2%



Conforme allo standard UNI ISO EN 12904 "Sabbia e ghiaia di quarzo destinata all'utilizzo per il trattamento delle acque destinate al consumo umano".

**La sezione di filtrazione e la regolazione dei cicli di esercizio e di lavaggio sarà comandata da un quadro elettrico e da un PLC dedicato, inclusi nella fornitura.**

**Il quadro elettropneumatico di controllo delle valvole pneumatiche di lavaggio del filtro è incluso nello scopo di fornitura degli impianti elettrici.**

**Risulta compreso all'interno del package tutta l'impiantistica comprese gli strumenti, le valvole, le vie cavi, il tubing per l'aria pneumatica ed il piping per l'acqua di servizio necessari per fornire il package completo e installato a perfetta regola d'arte e per consentire il funzionamento automatico.**

### **31.3 SEZIONE B2 – FILTRAZIONE A CARBONI ATTIVI GRANULARI (GAC)**

#### **31.3.1 Strumenti**

##### **31.3.1.1 B1-PI-101, B1-PI-102**

**SERVIZIO:** Misura di pressione nel tubo in ingresso e in uscita dal filtro

**QUANTITÀ:** 2

**DESCRIZIONE:** Manometro per la misura della pressione completo di stacco, rubinetto di prelievo con valvola manuale di apertura da 1/2", valvola di intercettazione da 1/2" sulla tubazione principale.

**CARATTERISTICHE TECNICHE:**

- Pressione massima: 20 bar
- Temperatura max. di lavoro: 70 °C
- Densità:  $\geq 0.8 \text{ g/cm}^3$

##### **31.3.1.2 B1-PIT-101, B1-PIT-102**

**SERVIZIO:** Trasmettitore di pressione del tubo in ingresso e in uscita dal filtro

**QUANTITÀ:** 2

**DESCRIZIONE:** Misura di pressione, capacitiva, compatta, con sensore ceramico. Applicazione: pressione, livello. Membrana ceramica: resistente al vuoto, resistente all'abrasione, a secco. Accuratezza tipica:  $\pm 0.15\%$  (Platino  $\pm 0.075\%$ ). Trasmettitore modulare. Completo di test report (3 punti). Facile messa in servizio in campo. Completo di valvola di intercettazione a monte.

**CARATTERISTICHE TECNICHE:**

- Approvazione: Area sicura
- Uscita: 2 fili 4-20 mA HART
- Display; operatività: Segment display senza pulsanti + bluetooth



- Custodia; Materiale: Singolo vano; Alu, verniciato
- Connessione elettrica: pressacavo M20, plastica, IP66/68 NEMA 4X/6P
- Campo del sensore: 10bar/1MPa/150psi relativo
- Taratura; unità: personalizzata lineare; vedere info aggiuntive
- Attacco al processo: Filetto ISO228 G1/2 foro 11.4mm, 316L
- Guarnizione: EPDM
- Certificazione aggiuntiva: KTW certificato acqua potabile W 270

### 31.3.2 Equipaggiamenti

#### 31.3.2.1 B2-FC-101

**SERVIZIO:** Affinamento dell'acqua filtrata

**QUANTITÀ:** 1

**DESCRIZIONE:**

Il filtro GAC è un apparecchio specifico per la eliminazione del cloro, dei composti organoalogenati ed altre sostanze tossico-nocive presenti nell'acqua, attraverso un letto filtrante, formato da unico strato di carbone attivo rigenerabile di volume pari a circa 4,9 m<sup>3</sup> specificamente selezionato per l'adsorbimento dei suddetti prodotti inquinanti.

Il filtro è formato da un contenitore a forma cilindrica verticale in acciaio al carbonio, robusti piedi di appoggio ed appositi passi d'uomo per ispezioni e caricamento delle masse filtranti. Tale contenitore è costruito in lamiera di acciaio elettrosaldato con fondi bombati e bordati, trattato contro la corrosione con il seguente ciclo di verniciatura:

- internamente : processo di sabbiatura grado SA 2½ - 3 ed applicazione di una mano di fondo in primer epossipoliamidico bicomponente e doppio strato di vernice epossidica senza solventi, atossica per alimenti (spessore totale: circa 250 µm).
- esternamente : processo di sabbiatura grado SA 2½ ed applicazione di una mano di fondo in primer epossipoliamidico ed uno strato di smalto epossivinilico bicomponente (spessore totale: circa 100 µm).

La batteria di manovra, che controlla le varie fasi operative, è costituita da 5 valvole indipendenti del tipo a farfalla con attuatore pneumatico di controllo dei flussi, fra loro intercollegate con tubazioni in acciaio inox AISI 304, collari e flange di collegamento saranno realizzati in alluminio.

**CARATTERISTICHE TECNICHE (di ciascun filtro):**

- Portata massima di esercizio: 25,2 m<sup>3</sup>/h
- Portata massima: 40 m<sup>3</sup>/h
- Velocità massima di filtrazione prevista : 10 m/h
- Diametro del contenitore : 1800 mm
- Superficie filtrante : 2,54 m<sup>2</sup>



- Volume di carbone: 4,9 m<sup>3</sup>
- Altezza del letto filtrante: 1,92 m
- Perdita di carico (inizio – fine ciclo) : max 0,5 bar
- Pressione operativa : min 1,5 bar – max 5 bar
- Pressione di collaudo : 7,5 bar
- Durata del ciclo di lavaggio: 15 minuti
- Portata richiesta per il controlavaggio : max 41 m<sup>3</sup>/h
- Volume d'acqua per il lavaggio : circa 8 m<sup>3</sup>
- Raccordi entrata/uscita e scarico : DN 80
- Ingombro totale : mm 1800 x 2100 x 3150 H
- Alimentazione elettrica : 24-110-230 V - 50 Hz
- Peso alla spedizione/in esercizio : 5500 kg - 7500 kg

#### **MATERIALE FILTRANTE**

##### **Carbone attivo granulare**

###### Caratteristiche fisiche

- Colore: Nero
- Aspetto: granuli porosi di forma irregolare

###### Caratteristiche chimico-fisiche

- Dimensione effettiva: > 0,6-0,7 mm
- Coefficiente di uniformità: <2,0
- Peso specifico tal quale: 400 - 500 kg/m<sup>3</sup>
- Peso specifico compattato: 420 – 520 kg/m<sup>3</sup>
- Contenuto di acqua a 105 °C: < 2%
- Contenuto di acqua a 150 °C: < 2%
- Impurezze estraibili in acqua < 0,1%
- Costituenti ordinari: 90-95%
- Ceneri < 12%
- Contenuto di carbonio: > 88%
- Sostanze volatili: < 001 mg/kg
- Zinco: < 0,01%

###### Caratteristiche specifiche

- Capacità di dechlorazione: < 2,2 cm
- Numero di iodio: > 1050 I.No
- Numero di Methylene: > 26%
- Superficie specifica: > 1100 m<sup>2</sup>/g
- Prova di abrasione: > 80%





- Resistenza alla friabilità: > 75%

Granulometria:

Sopra (mm)	Sopra (Mesh)	Specifiche
<1.68	<12	5% max
1.68-0.42	12-40	90% min
<0.42	<40	5% max
	PAN	0-0,1%

Conforme allo standard UNI ISO EN 12915 "Carboni attivi granulari destinati all'utilizzo per il trattamento delle acque destinate al consumo umano".

**La sezione di filtrazione e la regolazione dei cicli di esercizio e di lavaggio sarà comandata da un quadro elettrico e da un PLC dedicato, inclusi nella fornitura.**

**Il quadro elettropneumatico di controllo delle valvole pneumatiche di lavaggio del filtro è incluso nella fornitura dell'impianto elettrico.**

**Risulta compreso all'interno del package tutta l'impiantistica comprese gli strumenti, le valvole, le vie cavi ed il piping per l'acqua di servizio necessari per fornire il package completo e installato a perfetta regola d'arte e per consentire il funzionamento automatico.**

### **31.4 SEZIONE B3 – CONTROLAVAGGIO FILTRI DUAL MEDIA E GAC**

#### **31.4.1 Macchine**

##### **31.4.1.1 B3-CR-101**

**SERVIZIO:** Compressore aria servizi ed essiccatore

**QUANTITÀ:** 1

**DESCRIZIONE:** Servizio di produzione aria compressa necessaria ai servizi ausiliari per la movimentazione degli attuatori pneumatici di comando delle valvole dell'impianto di potabilizzazione. Compressori bicilindrici e condensatore raffreddato ad aria.

**Compressore a pistone oil free**

I compressori a pistone oil-free monostadio sono progettati per funzionare a una pressione massima di 10 bar (45 psi), con una capacità da 3,1 fino a 15,5 l/s a 50 Hz e da 7,6 a 38,6 cfm a 60 Hz.

**Principio di esercizio**

L'aria filtrata viene convogliata attraverso la valvola di entrata in entrambi i cilindri. Il pistone viene spinto in avanti mediante la biella collegata all'albero motore bilanciato. L'aria viene compressa nel



cilindro e lo abbandona attraverso la valvola di scarico quando viene raggiunta la pressione richiesta.

#### **CARATTERISTICHE TECNICHE:**

##### Condizioni di riferimento

- Pressione assoluta di aspirazione: bar<sub>A</sub> 1
- Umidità relativa: % 0
- Temperatura aria di aspirazione: °C 20
- Pressione nominale di esercizio: bar<sub>G</sub> 7
- n° giri motore: rpm 1.500

##### Limiti operativi

- Pressione operativa – max: bar<sub>G</sub> 10
- Pressione operativa – min: bar<sub>G</sub> 1
- Temperatura in aspirazione – max: °C 40
- Temperatura ambiente – min: °C 0

##### Prestazioni

- Portata d'aria resa in mandata riferita alle condizioni di riferimento: 3,1 l/s
- Portata volumetrica: 6,8 l/s
- Potenza assorbita all'asse, a pieno carico alle condizioni di riferimento: 1,57 kW
- Temperatura dell'aria compressa in mandata: 50 °C
- Portata d'aria di raffreddamento: 10 m³/min
- Livello di pressione sonora: 82 dB(A)
- Alimentazione elettrica V/fase/Hz: 400/3/50
- Connessione al processo: 1/2" G

##### Caratteristiche versione 270L

- Dimensioni (L x P x A): 1540x560x1120 mm
- Peso: 150 kg

Tale versione prevede l'opzione cofano insonorizzante 70dB(A).

#### **Essiccatore a refrigerazione**

Essiccatore a ciclo frigorifero ecologico, progettato per raffreddare l'aria compressa sino ad una temperatura prossima al punto di congelamento, provocando la condensazione del vapore d'acqua. Il display elettronico permette inoltre una facile lettura del punto di rugiada e dello stato di funzionamento dell'essiccatore.

##### Funzionamento

L'aria compressa viene essiccata sino al punto di rugiada desiderato di + 3°C in due distinte fasi:

1. l'aria umida in ingresso viene pre-raffreddata sfruttando la bassa temperatura dell'aria essiccata in uscita, riducendo così il carico del circuito del refrigerante;



2. nello scambiatore secondario l'aria viene ulteriormente raffreddata sino al punto di rugiada di +3°C dallo scambio termico con il gas refrigerante.

Successivamente la condensa prodotta durante il raffreddamento viene smaltita tramite lo scaricatore automatico. Nella rete di aria compressa non può formarsi condensa, a meno che l'aria non sia raffreddata ad una temperatura inferiore al punto di rugiada in pressione segnalato nell'apposito indicatore.

Al fine di garantire un punto di rugiada stabile, la pressione del condensatore deve essere mantenuta costante. La regolazione del circuito del gas refrigerante è affidata al controllore digitale che, monitorando la temperatura/pressione del circuito, aziona la ventola di raffreddamento ed il by-pass dei gas caldi al fine di mantenere il punto di rugiada costante anche in presenza di carichi parziali, eliminando il rischio di formazione di ghiaccio.

L'essiccatore comprende:

Circuito aria compressa:

- Scambiatore aria/aria
- Scambiatore aria/gas refrigerante
- Separatore di condensa ad alta efficienza con scaricatore automatico

Circuito gas refrigerante:

- Compressore del refrigerante del tipo ermetico
- Condensatore raffreddato ad aria
- Ventilatore comandato dal PDP
- Filtro del gas
- Tubo capillare del gas
- Separatore del gas refrigerante
- Valvola di by-pass gas caldi

Strumentazione:

- Lampada di segnalazione macchina in tensione
- Pulsante marcia/arresto
- Display digitale con icone:
  - o stato dell'essiccatore
  - o stato del ventilatore
  - o valore del punto di rugiada
  - o allarme alto/basso punto di rugiada

**CARATTERISTICHE TECNICHE:**

Condizioni di riferimento

- Pressione aria compressa in ingresso: bar (e) 7
- Temperatura aria ambiente: °C 25
- Temperatura aria compressa in ingresso: °C 35



- Temperatura aria di raffreddamento: °C 25
- Punto di rugiada alla pressione d'esercizio di 7 Bar(e): °C 3

#### Limiti operativi

- Pressione max. ingresso aria compressa: bar (e) 16
- Temperatura max. ambiente: °C 43
- Temperatura min. ambiente: °C 5
- Temperatura max. ingresso aria compressa: °C 55

#### Prestazioni

- Portata aria compressa all'ingresso dell'essiccatore: l/s 6
- Perdita di pressione aria attraverso l'essiccatore: bar(e) 0,15
- Potenza elettrica totale dell'essiccatore (incl.ventilatore): kW 0,18
- Portata aria di raffreddamento: 3,66 m³/min
- Gas refrigerante: R 513a
- Carica refrigerante: kg 0,15
- Alimentazione V/ph/Hz: 230/1/50

#### Dimensioni e peso

- Connessioni IN / OUT: "G 3/4" M
- Lunghezza: mm 350
- Profondità: mm 500
- Altezza : mm 485
- Peso: kg 19

#### **Sulla linea pneumatica a monte e a valle dell'essiccatore secondo quanto indicato nello schema funzionale saranno installati**

- n. 1 Filtro con grado di filtrazione 5 µm
- n. 1 Filtro con grado di filtrazione 1 µm + olio residuo 0,5 mg/m3
- n. 1 Riduttore di pressione per la correzione della pressione a quanto necessario alla movimentazione degli attuatori pneumatici da 10 bar a 6 bar, con scarico automatico, completo di manometro d. 50 mm scala 0-12 bar con attacco posteriore da 1/8".
- n. 1 Pressostato di minima (per allarme bassa pressione), scala 0÷10 bar – tipo n.a. (normalmente aperto), attacco 1/4" Gas Femmina; item PS-01L.
- n. 3 (1 per filtro a sabbia, 1 per filtro GAC, 1 per eventuale futura installazione) centraline di distribuzione aria compressa, composta da n.5 elettrovalvole pneumatiche monostabili a cinque vie (elettrovalvole da 300 NI/min a 6 bar delta P 1 bar) per il comando degli attuatori a doppio effetto installati per l'automazione delle valvole a farfalla. All'interno delle centraline è presente un gruppo di trattamento aria, per ciascuna, da 1/2" composto da ON-OFF 3/2 chiudibile con lucchetto e filtro regolatore 5 micron con scarico condensa automatico. L'interfacciamento con l'esterno avverrà per mezzo di n. 1 pressacavo doppio di tipo apribile per permettere



l'installazione del cavo di rete e del cavo di alimentazione, n. 1 passa parete G1/2" con attacco rapido interno D10, il quadro è fornito completo di alimentatore switching 230 VAC/24VAC 60 Q e relativa protezione. Il quadro così può essere alimentato da una linea 230 V/50Hz/1+N, n. 1 sistema di riscaldamento anticondensa 230 VAC 50 W comprensivo di termostato meccanico

- rete di distribuzione dell'aria pneumatica verso gli strumenti che necessitano aria per la pulizia (torbidimetri) e verso le utenze che necessitano per il corretto funzionamento di aria. Si ritengono inclusi tutti i collegamenti tra le varie macchine. I collegamenti interrati dovranno essere in acciaio con un controtubo di protezione in materiale plastico o in acciaio bitumato per evitare la corrosione dell'acciaio.
- n. 1 serbatoio per mantenere in pressione la rete dell'aria pneumatica;

#### **Filtro**

L'aria compressa non trattata può essere contaminata da polvere, acqua e olio. In quasi tutte le applicazioni, i contaminanti presenti nell'aria compressa possono causare problemi di qualità, peggioramento delle prestazioni e causare un aumento dei costi legati a interventi di riparazione e cali di produttività. La filtrazione è pertanto un componente fondamentale del sistema dell'aria.

Il filtro proposto è un filtro grossolano a coalescenza con tecnologia in grado di rimuovere particelle solide, nebbie di acqua e olio. La tecnologia sopracitata utilizza un materiale filtrante con densità inferiore a quella dei filtri a coalescenza classici, agevolando il passaggio dell'aria e permettendo di ridurre al minimo la caduta di pressione. Nonostante le fibre siano maggiormente distanziate, gli strati sono superiori, garantendo il massimo delle performance nel trattenere particelle solide, acqua e olio.

#### **CARATTERISTICHE TECNICHE:**

##### Condizioni di riferimento

- Pressione aria compressa in ingresso: 7 bar(g)
- Temperatura aria compressa in ingresso: 20 °C
- Punto di rugiada in ingresso: 3 °C
- Concentrazione olio in ingresso – aerosol: 10 mg/m<sup>3</sup>
- Installazione tipica: Necessita separatore ciclonico a monte

##### Limiti operativi

- Temperatura ambiente – min: 2 °C
- Temperatura ambiente – max: 50 °C
- Pressione operativa – min: 1 bar(g)
- Pressione operativa – max: 16 bar(g)
- Temperatura aria compressa – min: 2 °C
- Temperatura aria compressa – max: 65 °C
- Intervallo di manutenzione: 12 mesi / 8.000 h

##### Prestazioni



- Portata in ingresso: 7 l/s
- Caduta di carico – filtro secco: n.a. mbar
- Caduta di carico – filtro saturo: 120 mbar
- Concentrazione olio in mandata – aerosol < 0,1 mg/m<sup>3</sup>
- Efficienza di filtrazione (0,01 µm): 99,999 %
- Efficienza di filtrazione (1 µm) 99,999 %
- Efficienza di filtrazione M.P.P.S. (0,1 µm): 97,03 %
- Classe di qualità dell'aria in mandata: 2-3

Dati dimensionali:

- Interasse: 106 mm
- Diametro: 90 mm
- Altezza – incluso indicatore e scarico: 300 mm
- Peso: 1,2 kg
- Connessioni al processo: 1/2 "G

**Centralina di distribuzione**

Cassetta da parete in lamiera d'acciaio

**31.4.1.2 B3-PS-101 A/B**

**SERVIZIO:** Controlavaggio filtri dual media e GAC

**QUANTITÀ:** 2 (1+1R)

**DESCRIZIONE:** Le prestazioni del gruppo sono adattate alle reali necessità grazie all'inserimento/disinserimento delle pompe necessarie e al controllo in parallelo delle pompe in funzione. Le pompe vengono inserite/disinserite in modo automatico in funzione del carico, del tempo e di eventuali guasti.

Il gruppo di aumento pressione è dotato di pompe con motori a velocità variabile integrati.

La totale efficienza di questo motore con il convertitore di frequenza va oltre il livello IE3 stabilito dalla norma IEC60034-31, anche se questa norma si applica solo al motore.

Il sistema si compone di queste parti:

- N.2 pompe centrifughe verticali multistadio. Le basi e teste delle pompe sono in ghisa sferoidale EN-GJS-500-7; le altre parti sono in acciaio inox EN DIN 1.4301 (AISI 304). Le pompe sono dotate di una tenuta meccanica a cartuccia tipo HQQE (SiC/SiC/EPDM) di facile manutenzione;
- N.2 collettori in acciaio inox EN DIN 1.4301 (AISI 304);
- base in acciaio zincato;
- Una valvola di non ritorno e due valvole di intercettazione per ciascuna pompa;
- Adattatore con valvola di intercettazione per il collegamento del serbatoio a membrana.
- Manometro e trasmettitore di pressione (uscita analogica, 4-20 mA).



- Controllore in un armadietto di acciaio, IP54, includendo un interruttore principale, tutti fusibili, protezione motore, attrezzatura di commutazione e quadro di controllo multi-pompa intelligente controllato con microprocessore.

Disponibili una protezione contro la marcia a secco e un serbatoio a membrana secondo la lista di accessori.

Il funzionamento della pompa è controllato da un controllore attraverso le seguenti funzioni:

- Quadro di controllo multi-pompa intelligente;
- controllo continuo della pressione attraverso la regolazione di ogni singola pompa;
- Regolatore PID con parametri PI regolabili ( $K_p + T_i$ );
- pressione costante al setpoint, indipendentemente dalla pressione in aspirazione;
- funzionamento on/off a bassa portata;
- regolazione automatica a cascata delle pompe per un'ottima efficienza;
- selezione tempo min tra l'avvio/arresto, cambio pompa automatico e priorità pompe;
- possibilità di allocare un pompa in standby;
- possibilità di un sensore di backup (sensore primario ridondante);
- funzionamento manuale;
- possibilità di modifica del setpoint tramite influenza della temperatura;
- funzione log;
- rampa setpoint;
- possibilità di funzionalità di controllo remoto digitali;
- on/off sistema;
- punto di lavoro max., min. o definito dall'utente;
- fino a sei setpoint alternativi;
- possibilità di configurazione individuale di ingressi e uscite digitali;
- funzionalità di monitoraggio pompa e sistema;
- limiti minimi e massimi del valore corrente;
- pressione in aspirazione;
- protezione del motore;
- i sensori sono monitorati per evitare malfunzionamenti;
- log allarmi con i precedenti 24 avvisi/allarmi;
- display con informazioni di funzionamento;
- display a colori;
- spia di funzionamento verde e spia guasto rossa;
- contatti di commutazione a potenziale zero per il funzionamento e il guasto;
- Comunicazione Modbus RTU;



E' possibile aggiungere dei moduli di comunicazione per la comunicazione SCADA/BMS.

Le pompe, tubazioni, e tutti i cablaggi sono montati su un'unica piattaforma.

Il controllore è fornito per l'installazione vicino al gruppo di aumento pressione.

Il gruppo di aumento pressione è stato preimpostato e testato.

Liquido pompato: Acqua Temperatura del liquido: da 5 °C a 60 °C Max.

Pressione di esercizio: 16 bar Alimentazione di rete

**CARATTERISTICHE TECNICHE:**

- Portata: 40 m³/h
- Portata massima: 96 m³/h
- Prevalenza: 12 m
- Prevalenza massima: 29 m
- Peso lordo: 368 kg

**CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE:**

- DN ingresso collettore: DN100 PN16
- DN uscita collettore: DN100 PN16

**CARATTERISTICHE MOTORE ELETTRICO:**

- Potenza nominale: 3 kW
- Tensione/frequenza: 380-415V – 50 Hz
- Corrente nominale: 12.4 A
- Tipo motore: 3 ~
- Tipo di avviamento: elettronica
- Grado di protezione: IP54

### **31.4.2 Strumenti**

#### **31.4.2.1 B3-PJ-101 A/B**

**SERVIZIO:** Misura di pressione sulle mandate delle pompe di controlavaggio

**QUANTITÀ:** 2

**DESCRIZIONE:** Manometro per la misura della pressione completo di stacco, rubinetto di prelievo con valvola manuale di apertura da ½", valvola di intercettazione da ½" sulla tubazione principale.

**CARATTERISTICHE TECNICHE:**

- Pressione massima: 20 bar
- Temperatura max. di lavoro: 70 °C
- Densità: ≥ 0.8 g/cm³





#### 31.4.2.2 B3-PIT-101

**SERVIZIO:** Trasmettitore di pressione sulla mandata del gruppo di pressurizzazione

**QUANTITÀ:** 1

**DESCRIZIONE:** Misura di pressione, capacitiva, compatta, con sensore ceramico. Applicazione: pressione, livello. Membrana ceramica: resistente al vuoto, resistente all'abrasione, a secco. Accuratezza tipica: +/- 0.15% (Platino +/-0.075%). Trasmettitore modulare. Completo di test report (3 punti). Facile messa in servizio in campo. Completo di valvola di intercettazione a monte.

**CARATTERISTICHE TECNICHE:**

- Approvazione: Area sicura
- Uscita: 2 fili 4-20 mA HART
- Display; operatività: Segment display senza pulsanti + bluetooth
- Custodia; Materiale: Singolo vano; Alu, verniciato
- Connessione elettrica: pressacavo M20, plastica, IP66/68 NEMA 4X/6P
- Campo del sensore: 10bar/1MPa/150psi relativo
- Taratura; unità: personalizzata lineare; vedere info aggiuntive
- Attacco al processo: Filetto ISO228 G1/2 foro 11.4mm, 316L
- Guarnizione: EPDM
- Certificazione aggiuntiva: KTW certificato acqua potabile W 270

### 31.5 SEZIONE C1 – ACCUMULO FINALE E DISINFEZIONE

#### 31.5.1 Macchine

##### 31.5.1.1 C1-PD-101

**SERVIZIO:** Dosaggio di ipoclorito di sodio al 15% per clorazione finale

**QUANTITÀ:** 1

**DESCRIZIONE:**

Pompa dosatrice con motore stepper a diaframma. Il motore stepper con controllo a microprocessore assicura un dosaggio preciso e omogeneo. La posizione e la velocità del diaframma sono controllati dal microprocessore per l'intero ciclo di mandata/aspirazione. La modalità Slow Mode rende possibile ridurre la velocità di aspirazione per un adescamento ottimale dei liquidi viscosi. Le pompe dosatrici con motore stepper permettono il più preciso processo di dosaggio grazie a un incredibile rapporto di Turndown di 1:4800, per una distribuzione estremamente accurata e omogenea del prodotto da dosare in base alle esigenze di applicazione. Il kit di installazione incluso assicura il migliore e più veloce montaggio. Testata in PMMA.

**CARATTERISTICHE:**

- Dosaggio costante e proporzionale con multifunzione



- Montaggio orizzontale, con display digitale multicolore
- Pompa a diaframma con motore passo-passo
- Turndown ratio 1:4800
- Modalità Slow mode per liquidi viscosi
- Stato della pompa segnalato da Display Multicolore: pompa in funzione (verde); stand-by (bianco); avviso (giallo); allarme (rosso)
- Alimentazione 90 – 240 V, 50/60 Hz
- Corpo pompa con spurgo manuale
- Valvole con doppia biglia
- Controllo a microprocessore
- Valvole con doppia biglia
- Regolazione elettronica della portata
- Membrana in PTFE
- Modbus RTU

**CARATTERISTICHE TECNICHE:**

- Portata: 2 lt/h
- Pressione max di lavoro: 25 bar
- Alimentazione elettrica: 90-260 V/50 Hz
- Potenza assorbita: 30 W
- Frequenza: 150 giri/min
- Materiale testata dosatrice: PVDF
- Materiale valvole: PVDF
- Materiale sfera valvole: vetro
- Materiale o-ring: Viton
- Protezione: IP 65
- Classe di isolamento: F
- Connessioni: tubo flessibile 6x4

Comprese nella fornitura:

- n.1 valvola di fondo in PVDF 4x6mm;
- n.2 metri di tubo di mandata in PVDF 4x6mm;
- n.2 metri di tubo PVC 4x6mm di aspirazione;
- n.1 valvola di dosaggio in PVDF completa di sfera di non ritorno;
- n.1 interruttore di livello in PVDF;
- n.1 cavo di comando esterno.



### 31.5.2 Strumenti

#### 31.5.2.1 C1-LSLL-101, C1-LSL-101, C1-LSH-101, C1-LSHH-101, C1-LSLL-102, C1-LSL-102, C1-LSH-102

**SERVIZIO:** Interruttore di livello acqua trattata nella vasca di accumulo finale (C1-LSLL-101, C1-LSL-101, C1-LSH-101, C1-LSHH-101). Interruttore di livello per il serbatoio di ipoclorito di sodio (C1-LSLL-102, C1-LSL-102, C1-LSH-102).

**QUANTITÀ:** 7

**DESCRIZIONE** Interruttore di livello a galleggiante

**CARATTERISTICHE TECNICHE:**

- Applicazione liquidi
- Microswitch doppio per 250VAC/150VDC
- Forma cilindrica, per passaggio G1
- Corpo galleggiante: PP (Polipropilene)
- Cavo PVC: acqua/acqua reflua
- Lunghezza cavo: 20m

**ACCESSORI INCLUSI:**

Giunto di compressione G1A, PVC

Tenditore FTS20, rivest. PA

#### 31.5.2.2 C1-LIT-101

**SERVIZIO:** Misura di livello nella vasca di accumulo finale

**QUANTITÀ:** 1

**DESCRIZIONE** Misuratore di livello radar non a contatto. Non influenzato da variazioni di prodotto, pressione, temperatura e gas.

**CARATTERISTICHE TECNICHE:**

- Approvazione: Area Sicura
- Alimentazione; uscita: 2 fili; 4.20 mA HART
- Antenna; max campo di misura: 40mm/1-1/2", 15 m liquidi, -40...80oC/-40...176oF
- Attacco al processo: Filetto G1, PVDF
- Lunghezza cavo: 10 m
- Accessori inclusi: staffa di montaggio regolabile, 316L;
- Accessori inclusi: tubo protezione allagamento metalizz. PBT-PC

#### 31.5.2.3 C1-AIT-101

**SERVIZIO:** Misuratore di cloro residuo in uscita dalla vasca di accumulo finale

**QUANTITÀ:** 1

**DESCRIZIONE:** Analizzatore di cloro a deflusso pre-installato su rack di analisi. Sensore amperometrico per la misura del cloro libero attivo (HOCL) a membrana selettiva. Range di misura 0 ... 20 mg/l. Il



sistema è completo del portacella a deflusso in materiale plastico, del cavo di collegamento alla centralina digitale da 0,4 mt (disponibili prolunghe in opzione) e viene fornito pre-assemblato con pannello in acciaio di fissaggio a parete. La fornitura include start-up kit (4 membrane premontate e flacone di soluzione elettrolita).

**Risulta compresa tutta l'impiantistica comprensiva di valvole, sensore flusso, pompe peristaltiche di invio campione al punto di misura, kit di montaggio completo di portacella e piping per lo scarico dell'acqua analizzata necessari per fornire lo strumento completo e installato a perfetta regola d'arte.**

**CARATTERISTICHE TECNICHE:**

• Intervallo di misura	0-20 mg/ l cloro libero attivo, programmabile
• Limite di rilevamento	5 ppb (0.005 mg/L) HOCl
• Accuratezza	2 % or $\pm 10$ ppb HOCl (a seconda di quale sia maggiore)
• Tempo di risposta	T90 < 90 secondi
• Intervallo di pressione	0,1-2 Bar in ingresso (pressione cella di flusso = pressione atmosferica)
• Portata	200 ... 250 ml/min (minimo); autoregolata da flussostato
• Compensazione di temperatura	automatica, oltre l'intervallo di temperatura del campione
• Temperatura del campione	+2 / +45°C
• Ingresso del campione	4/6 mm connessione rapida
• Connessioni di scarico	tubo da 12 mm

Configurazione standard

Il sistema di analisi viene fornito pre-assemblato su pannello completo di cella di flusso. Per metterlo in funzione è sufficiente montare il pannello nel punto desiderato, installare i sensori e collegare il controller. Per l'analisi non è richiesto alcun reattivo. Le membrane sono premontate su appositi cap, permettendo una riduzione dei costi operativi e di manutenzione.

La fornitura è comprensiva di Start up Kit per due anni di esercizio (4 membrane premontate, elettrolita, elettrodo di misura e guarnizioni), manuale e cavo di collegamento di 0,4 m per la centralina.

**31.5.2.4 C1-AIT-102**

**SERVIZIO:** Misuratore di ammonio in uscita dalla vasca di accumulo finale

**QUANTITÀ:** 1

Strumento ad alta precisione per la determinazione della concentrazione di ammoniaca, tramite un elettrodo a gas sensibile (GSE). Predisposto per l'ingresso in continuo di un campione proveniente da una unità di preparazione. Lo strumento misura nell'intervallo 0,05-20 mg/l NH<sub>4</sub>-N.



Il sistema è comprensivo di filtro auto-pulente per analizzatori composto da: pannello in polipropilene misure 600x400 mm, spessore 10 mm completo di 4 fori da 10 mm per fissaggio a parete; idraulica in PVC completa di cartuccia filtrante in acciaio inox, elettrovalvola a tre vie in 24Vcc per autopulizia della cartuccia, ingresso aria compressa completo di rubinetto, riduttore e manometro, quadretto di alimentazione IP55 completo di fusibile di protezione, alimentatore per elettrovalvola, timer pausa/lavoro.

**Risulta quindi compresa tutta l'impiantistica comprensiva di valvole, sensore flusso, pompe peristaltiche di invio campione al punto di misura, modulo cleaning, tubing per l'aria pneumatica per la pulizia ed il piping per lo scarico dell'acqua analizzata necessari per fornire lo strumento completo e installato a perfetta regola d'arte.**

**CARATTERISTICHE TECNICHE:**

- Intervallo di misura: 0,05 – 20 mg/l NH<sub>4</sub>-N
- Limite di rilevamento inferiore: 0,05 mg/l NH<sub>4</sub>-N
- Accuratezza: 3% +0,05 mg/l
- Tempo di risposta (T<sub>90</sub>): 5 minuti, compresa la preparazione del campione
- Intervallo di misura: 5-120 minuti
- Temperatura ambiente: -20 - +45 °C
- Temperatura del campione: +4 - +40 °C
- Installazione: a parete
- Dimensioni (LxHxP): 540 mm x 720 mm x 390 mm
- Peso: 31 kg, reagenti inclusi

**31.5.2.5 C1-CD-101**

**SERVIZIO:** Centralina di acquisizione segnali

**QUANTITÀ:** 1

**DESCRIZIONE:** Centralina a servizio delle sonde A1-AIT-101, A1-AIT-102, A1-AIT-103, C1-AIT-101, C1-AIT-102 comprensiva di prelievo del campione e invio al rack di analisi.

Centralina multiparametrica per sensori digitali fino a 6 ingressi, con due schede uscita analogica con 6 uscite 0/4-20mA. Alimentazione 100-240 VAC cavo di alimentazione escluso. Dotata di 2 connettori per i sensori che necessitano alimentazione 100-240 VAC. Comunicazione Modbus RTU. Modulo display grafico a colori, schermo touch-screen, visualizzazione grafica andamento parametri misurati.

Circuito idraulico (in PVC) pre-assemblato, per il transito del campione in pressione dell'acqua da analizzare nei portacella (tee) torbidità, ammonio, cloro residuo;



La mandata campione alle singole sezioni è costituita da valvole di intercettazione + attacchi rapidi per tubo flessibile. La presenza degli attacchi rapidi e la ridotta dimensione della tubisteria garantisce semplici e rapide operazioni di manutenzione ad ogni singola cella di misura.

La composizione della rete idraulica è indicativamente la seguente:

- Connessioni di ingresso e scarico campione di tipo ad innesto rapido per tubo in PU (o PE) da 12mm
- Valvola a sfera ½" di intercettazione del campione sulla linea in ingresso del campione da analizzare.
- Regolatore di pressione dotato di manopola di regolazione e manometro 0-10 bar

**Inclusi gli accessori per il prelievo del campione e il suo invio al rack di analisi. All'interno della fornitura risultano compresi valvole e piping per l'estrazione e lo scarico dell'acqua analizzata necessari per fornire lo strumento completo e installato a perfetta regola d'arte.**

### **31.5.3 Organi di regolazione**

#### **31.5.3.1 C1-VFpo-101**

**SERVIZIO:** Intercettazione acque accumulate verso controlavaggio filtri

**QUANTITÀ:** 1

**DESCRIZIONE:**

Valvola a Farfalla Centrica Corpo Wafer DN150 PN10

- Valvola realizzata in accordo alla norma EN593, EN1074-1 e EN1074-2.
- Flange di connessione in accordo a EN1092-2 PN10.
- Scartamento secondo Norma EN558 Serie 20.
- Collaudi idraulici secondo Norma EN12266-1.
- Flangia superiore corpo valvola per servocomando secondo ISO5211
- Corpo realizzato in ghisa sferoidale GJS 400-15 secondo EN1563.
- Disco realizzato in acciaio inox AISI 304 secondo EN10088.
- Guarnizione di tenuta principale inserita a pressione nel corpo valvola in gomma EPDM EN681-1.
- Albero di manovra realizzato in due pezzi di acciaio inox EN 1.4021 (AISI 420) secondo EN10088-3.
- Accoppiamento tra asse e disco otturatore a forma quadra dal DN40 al DN200, a mezzo spine coniche in acciaio INOX per DN superiori
- Boccole antifrizione in fibra di vetro rivestite in PTFE
- O-Ring in NBR.
- Valvole con comando a leva lucchettabile in 10 posizioni dal DN40 a DN200.
- Leva in fusione di ghisa, verniciatura epossidica colore nero.
- Valvole con comando a mezzo riduttore di sforzo e volantino dal DN250 al DN600.



- Rivestimento esterno in polvere epossidica di colore blu RAL 5015 con spessore di 250 micron.
- Temperatura d'esercizio 0°C - 120°C
- Range: da DN40 a DN600
- Prodotto conforme al DM174 del 2004 per l'utilizzo con acque destinate al consumo umano.

Box di finecorsa compatto con nr.2 finecorsa elettromeccanici SPDT uno per la posizione di chiuso e uno per la posizione di aperto

- Connessione all'attuatore pneumatico secondo norme VDI/VDE 3845.
- Corpo box in Nylon PA6
- Coperchio trasparente in Policarbonato con indicatore di posizione visivo sporgente "3D".
- Grado di protezione IP67 secondo norme DIN EN 60529
- Nr.1 ingresso cavi con pressacavo nero M20x1,5 per cavo diametro 6-12 mm.
- Staffe di connessione in Nylon caricato fibra di vetro o acciaio INOX, regolabili in altezza e lunghezza.
- Guarnizioni in gomma NBR, viteria esterna di connessione in acciaio INOX AISI304.
- Nr.2 micro aventi contatti in argento nr.1 NO + nr.1 NC.
- Massima corrente 16A (250V AC), 2,5A (24V DC)
- Temperatura di esercizio -20°C + 80°C.
- Etichetta identificativa.
- Certificato CE

Attuatore pneumatico angolare a doppio effetto, tipo FC, Corpo in alluminio estruso con rivestimento di protezione anticorrosione all'interno ed all'esterno. Superficie interna levigata.

Funzionamento tramite accoppiamento del tipo pignone/cremagliera per una maggiore durata e un rapido azionamento.

- Viti di finecorsa esterne in acciaio INOX indipendenti, per la regolazione dell'angolo di rotazione da -5°÷15° / 75°÷95°.
- Albero centrale monopezzo realizzato in acciaio nichelato dotato di pignone opportunamente lavorato e resistente all'usura.
- Pistoni in alluminio anodizzato.
- Coperchi laterali in alluminio anodizzato e rivestito in Poliestere colore blue RAL5015.
- Viteria di assemblaggio esterna in acciaio INOX.
- Base di accoppiamento alla valvola secondo norma ISO 5211.
- Connessioni accessori in accordo alla norma VDI/VDE 3848.
- Pressione massima di esercizio 8 BAR.



- Temperatura di esercizio -40°C + 80°C.
- Etichetta identificativa dotata di numero seriale identificativo.
- Certificato ATEX 94/9/EG
- Certificato SIL IEC61508

### 31.5.3.2 C1-VFpo-102

**SERVIZIO:** Intercettazione acque grezze accumulate in vasca accumulo iniziale verso controlavaggio filtri

**QUANTITÀ:** 1

**DESCRIZIONE:**

Valvola a Farfalla Centrica Corpo Wafer DN100 PN10

- Valvola realizzata in accordo alla norma EN593, EN1074-1 e EN1074-2.
- Flange di connessione in accordo a EN1092-2 PN10.
- Scartamento secondo Norma EN558 Serie 20.
- Collaudi idraulici secondo Norma EN12266-1.
- Flangia superiore corpo valvola per servocomando secondo ISO5211
- Corpo realizzato in ghisa sferoidale GJS 400-15 secondo EN1563.
- Disco realizzato in acciaio inox AISI 304 secondo EN10088.
- Guarnizione di tenuta principale inserita a pressione nel corpo valvola in gomma EPDM EN681-1.
- Albero di manovra realizzato in due pezzi di acciaio inox EN 1.4021 (AISI 420) secondo EN10088-3.
- Accoppiamento tra asse e disco otturatore a forma quadra dal DN40 al DN200, a mezzo spine coniche in acciaio INOX per DN superiori
- Boccole antifrizione in fibra di vetro rivestite in PTFE
- O-Ring in NBR.
- Valvole con comando a leva lucchettabile in 10 posizioni dal DN40 a DN200.
- Leva in fusione di ghisa, verniciatura epossidica colore nero.
- Valvole con comando a mezzo riduttore di sforzo e volantino dal DN250 al DN600.
- Rivestimento esterno in polvere epossidica di colore blu RAL 5015 con spessore di 250 micron.
- Temperatura d'esercizio 0°C - 120°C
- Range: da DN40 a DN600
- Prodotto conforme al DM174 del 2004 per l'utilizzo con acque destinate al consumo umano.





Box di finecorsa compatto con nr.2 finecorsa elettromeccanici SPDT uno per la posizione di chiuso e uno per la posizione di aperto

- Connessione all'attuatore pneumatico secondo norme VDI/VDE 3845.
- Corpo box in Nylon PA6
- Coperchio trasparente in Policarbonato con indicatore di posizione visivo sporgente "3D".
- Grado di protezione IP67 secondo norme DIN EN 60529
- Nr.1 ingresso cavi con pressacavo nero M20x1,5 per cavo diametro 6-12 mm.
- Staffe di connessione in Nylon caricato fibra di vetro o acciaio INOX, regolabili in altezza e lunghezza.
- Guarnizioni in gomma NBR, viteria esterna di connessione in acciaio INOX AISI304.
- Nr.2 micro aventi contatti in argento nr.1 NO + nr.1 NC.
- Massima corrente 16A (250V AC), 2,5A (24V DC)
- Temperatura di esercizio -20°C + 80°C.
- Etichetta identificativa.
- Certificato CE

Attuatore pneumatico angolare a doppio effetto, tipo FO, Corpo in alluminio estruso con rivestimento di protezione anticorrosione all'interno ed all'esterno. Superficie interna levigata.

Funzionamento tramite accoppiamento del tipo pignone/cremagliera per una maggiore durata e un rapido azionamento.

- Viti di finecorsa esterne in acciaio INOX indipendenti, per la regolazione dell'angolo di rotazione da  $-5^{\circ} \div 15^{\circ}$  /  $75^{\circ} \div 95^{\circ}$ .
- Albero centrale monopezzo realizzato in acciaio nichelato dotato di pignone opportunamente lavorato e resistente all'usura.
- Pistoni in alluminio anodizzato.
- Coperchi laterali in alluminio anodizzato e rivestito in Poliestere colore blue RAL5015.
- Viteria di assemblaggio esterna in acciaio INOX.
- Base di accoppiamento alla valvola secondo norma ISO 5211.
- Connessioni accessori in accordo alla norma VDI/VDE 3848.
- Pressione massima di esercizio 8 BAR.
- Temperatura di esercizio -40°C + 80°C.
- Etichetta identificativa dotata di numero seriale identificativo.
- Certificato ATEX 94/9/EG
- Certificato SIL IEC61508



### 31.5.4 Equipaggiamenti

#### 31.5.4.1 C1-TK-101

**SERVIZIO:** Stoccaggio di ipoclorito di sodio per clorazione finale

**QUANTITÀ:** 1

**DESCRIZIONE:** Serbatoio in polietilene lineare vergine, di primissima qualità, totalmente anti-UV, specifico per lo stoccaggio di acidi e basi oltre ad essere certificato per il contatto con gli alimenti, secondo le più recenti regolamentazioni Europee. Completo di guarnizione e sfianto.

**CARATTERISTICHE TECNICHE:**

- Cap. Geom.: 0,2 m<sup>3</sup>
- Fondo inferiore piano vaschetta di contenimento Øi: 785 mm
- Fondo superiore Øi: 610 mm
- H/L cilindro: 870 mm
- Finitura: PE BIANCO Naturale
- Prodotto: Ipoclorito di sodio
- Temperatura di Esercizio: Ambiente
- Installazione: All'interno

Accessori:

- Vaschetta anti-spandimento
- N. 1 tronchetto passante 1"1/2 EPDM per scarico
- N. 1 tronchetto gas MA 1"1/2 EPDM per scarico
- Rilevatore di perdite

### 31.6 SEZIONE C2 – INVIO IN RETE

#### 31.6.1 Macchine

##### 31.6.1.1 C2-PS-101 A/R

**SERVIZIO:** Invio in rete verso Casalino e le frazioni limitrofe

**QUANTITÀ:** 2 (1+1R)

**DESCRIZIONE:** Le prestazioni del gruppo sono adattate alle reali necessità grazie all'inserimento/disinserimento delle pompe necessarie e al controllo in parallelo delle pompe in funzione. Le pompe vengono inserite/disinserite in modo automatico in funzione del carico, del tempo e di eventuali guasti.

Il gruppo di aumento pressione è dotato di pompe con motori a velocità variabile integrati.

La totale efficienza di questo motore con il convertitore di frequenza va oltre il livello IE3 stabilito dalla norma IEC60034-31, anche se questa norma si applica solo al motore.

Il sistema si compone di queste parti:



- N.2 pompe centrifughe verticali multistadio. Le basi e teste delle pompe sono in ghisa sferoidale EN-GJS-500-7; le altre parti sono in acciaio inox EN DIN 1.4301 (AISI 304). Le pompe sono dotate di una tenuta meccanica a cartuccia tipo HQQE (SiC/SiC/EPDM) di facile manutenzione;
- N.2 collettori in acciaio inox EN DIN 1.4301 (AISI 304);
- base in acciaio zincato;
- Una valvola di non ritorno e due valvole di intercettazione per ciascuna pompa;
- Adattatore con valvola di intercettazione per il collegamento del serbatoio a membrana.
- Manometro e trasmettitore di pressione (uscita analogica, 4-20 mA).
- Controllore in un armadietto di acciaio, IP54, includendo un interruttore principale, tutti fusibili, protezione motore, attrezzatura di commutazione e quadro di controllo multi-pompa intelligente controllato con microprocessore.

Disponibili una protezione contro la marcia a secco e un serbatoio a membrana secondo la lista di accessori.

Il funzionamento della pompa è controllato da un controllore attraverso le seguenti funzioni:

- Quadro di controllo multi-pompa intelligente;
- controllo continuo della pressione attraverso la regolazione di ogni singola pompa;
- Regolatore PID con parametri PI regolabili ( $K_p + T_i$ );
- pressione costante al setpoint, indipendentemente dalla pressione in aspirazione;
- funzionamento on/off a bassa portata;
- regolazione automatica a cascata delle pompe per un'ottima efficienza;
- selezione tempo min tra l'avvio/arresto, cambio pompa automatico e priorità pompe;
- possibilità di allocare un pompa in standby;
- possibilità di un sensore di backup (sensore primario ridondante);
- funzionamento manuale;
- possibilità di modifica del setpoint tramite influenza della temperatura;
- funzione log;
- rampa setpoint;
- possibilità di funzionalità di controllo remoto digitali;
- on/off sistema;
- punto di lavoro max., min. o definito dall'utente;
- fino a sei setpoint alternativi;
- possibilità di configurazione individuale di ingressi e uscite digitali;
- funzionalità di monitoraggio pompa e sistema;
- limiti minimi e massimi del valore corrente;
- pressione in aspirazione;



- protezione del motore;
- i sensori sono monitorati per evitare malfunzionamenti;
- log allarmi con i precedenti 24 avvisi/allarmi;
- display con informazioni di funzionamento;
- display a colori;
- spia di funzionamento verde e spia guasto rossa;
- contatti di commutazione a potenziale zero per il funzionamento e il guasto;
- Comunicazione Modbus RTU

E' possibile aggiungere dei moduli di comunicazione per la comunicazione SCADA/BMS.

Le pompe, tubazioni, e tutti i cablaggi sono montati su un'unica piattaforma.

Il controllore è fornito per l'installazione vicino al gruppo di aumento pressione.

Il gruppo di aumento pressione è stato preimpostato e testato.

Liquido pompato: Acqua Temperatura del liquido: da 5 °C a 60 °C Max.

Pressione di esercizio: 16 bar Alimentazione di rete

#### **CARATTERISTICHE TECNICHE:**

- Portata: 6 l/s
- Portata massima: 15,78 l/s
- Prevalenza: 40 m
- Prevalenza massima: 61, 5 m
- Peso lordo: 348 kg

#### **CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE:**

- DN ingresso collettore: DN80 PN16
- DN uscita collettore: DN80 PN16

#### **CARATTERISTICHE MOTORE ELETTRICO:**

- Potenza nominale: 4 kW
- Tensione/frequenza: 380-415V – 50 Hz
- Corrente nominale: 16.2 A
- Tipo motore: 3 ~
- Tipo di avviamento: elettronica
- Grado di protezione: IP54

#### **31.6.1.2 C2-PS-102 A/R**

**SERVIZIO:** Invio in rete verso la zona industriale di Casalino

**QUANTITÀ:** 2 (1+1R)

**DESCRIZIONE:** Le prestazioni del gruppo sono adattate alle reali necessità grazie all'inserimento/disinserimento delle pompe necessarie e al controllo in parallelo delle pompe in



funzione. Le pompe vengono inserite/disinserite in modo automatico in funzione del carico, del tempo e di eventuali guasti.

Il gruppo di aumento pressione è dotato di pompe con motore a magnete permanente a commutazione elettronica ad alta efficienza energetica.

La totale efficienza del motore con convertitore di frequenza va oltre il livello IE4 stabilito dalla norma IEC60034-31, anche se questa norma si applica solo al motore.

Il sistema si compone di queste parti:

- N.2 pompe centrifughe verticali multistadio. Le basi e teste delle pompe sono in ghisa sferoidale EN-GJS-500-7; le altre parti sono in acciaio inox EN DIN 1.4301 (AISI 304). Le pompe sono dotate di una tenuta meccanica a cartuccia tipo HQQE (SiC/SiC/EPDM) di facile manutenzione;
- N.2 collettori in acciaio inox EN DIN 1.4301 (AISI 304);
- base in acciaio zincato;
- Una valvola di non ritorno e due valvole di intercettazione per ciascuna pompa;
- Adattatore con valvola di intercettazione per il collegamento del serbatoio a membrana.
- Manometro e trasmettitore di pressione (uscita analogica, 4-20 mA).
- Controllore in un armadietto di acciaio, IP54, includendo un interruttore principale, tutti fusibili, protezione motore, attrezzatura di commutazione e quadro di controllo multi-pompa intelligente controllato con microprocessore.

Disponibili una protezione contro la marcia a secco e un serbatoio a membrana secondo la lista di accessori.

Il funzionamento della pompa è controllato da un controllore attraverso le seguenti funzioni:

- Quadro di controllo multi-pompa intelligente;
- controllo continuo della pressione attraverso la regolazione di ogni singola pompa;
- Regolatore PID con parametri PI regolabili ( $K_p + T_i$ );
- pressione costante al setpoint, indipendentemente dalla pressione in aspirazione;
- funzionamento on/off a bassa portata;
- regolazione automatica a cascata delle pompe per un'ottima efficienza;
- selezione tempo min tra l'avvio/arresto, cambio pompa automatico e priorità pompe;
- possibilità di allocare un pompa in standby;
- possibilità di un sensore di backup (sensore primario ridondante);
- funzionamento manuale;
- possibilità di modifica del setpoint tramite influenza della temperatura;
- funzione log;
- rampa setpoint;
- possibilità di funzionalità di controllo remoto digitali;



- on/off sistema;
- punto di lavoro max., min. o definito dall'utente;
- fino a sei setpoint alternativi;
- possibilità di configurazione individuale di ingressi e uscite digitali;
- funzionalità di monitoraggio pompa e sistema;
- limiti minimi e massimi del valore corrente;
- pressione in aspirazione;
- protezione del motore;
- i sensori sono monitorati per evitare malfunzionamenti;
- log allarmi con i precedenti 24 avvisi/allarmi;
- display con informazioni di funzionamento;
- display a colori;
- spia di funzionamento verde e spia guasto rossa;
- contatti di commutazione a potenziale zero per il funzionamento e il guasto;
- Comunicazione Modbus RTU

E' possibile aggiungere dei moduli di comunicazione per la comunicazione SCADA/BMS.

Le pompe, tubazioni, e tutti i cablaggi sono montati su un'unica piattaforma.

Il controllore è fornito per l'installazione vicino al gruppo di aumento pressione.

Il gruppo di aumento pressione è stato preimpostato e testato.

Liquido pompato: Acqua Temperatura del liquido: da 5 °C a 60 °C Max.

Pressione di esercizio: 16 bar Alimentazione di rete

#### **CARATTERISTICHE TECNICHE:**

- Portata: 6 l/s
- Portata massima: 15,78 l/s
- Prevalenza: 40 m
- Prevalenza massima: 61,5 m
- Peso lordo: 348 kg

#### **CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE:**

- DN ingresso collettore: DN80 PN16
- DN uscita collettore: DN80 PN16

#### **CARATTERISTICHE MOTORE ELETTRICO:**

- Potenza nominale: 4 kW
- Tensione/frequenza: 380-415V – 50 Hz
- Corrente nominale: 16,2 A
- Tipo motore: 3 ~
- Tipo di avviamento: elettronica
- Grado di protezione: IP54



### 31.6.2 Strumenti

#### 31.6.2.1 C2-PI-101 A/R, C2-PI-102 A/R

**SERVIZIO:** Misura di pressione sulle mandate delle pompe di rilancio in rete verso Casalino e le frazioni limitrofe e verso la zona industriale di Casalino

**QUANTITÀ:** 4 (2+2R)

**DESCRIZIONE:** Manometro per la misura della pressione completo di stacco, rubinetto di prelievo con valvola manuale di apertura da 1/2", valvola di intercettazione da 1/2" sulla tubazione principale.

**CARATTERISTICHE TECNICHE:**

- Pressione massima: 20 bar
- Temperatura max. di lavoro: 70 °C
- Densità:  $\geq 0.8 \text{ g/cm}^3$

#### 31.6.2.2 C2-FIT-101

**SERVIZIO:** Misura di portata nella tubazione in uscita impianto verso Casalino e le frazioni limitrofe

**QUANTITÀ:** 1

**DESCRIZIONE:** Misuratore di portata **elettromagnetico DN65** versione inline; applicazione per il settore delle acque potabili, utility e reflue industriali o municipalizzate. Approvazioni internazionali per le acque potabili. Lunghezza di montaggio: secondo DVGW/ISO. Versione con trasmettitore resistente alla corrosione. Stessa custodia per versione compatta/remota. Misuratore di portata standard versatile per l'industria delle acque potabili e reflue.

**CARATTERISTICHE TECNICHE:**

- Approvazione: area sicura
- Versione: Flangia fissa versione "0DN"
- Alimentazione: 100-240VAC/24VAC/DC
- Uscita; ingresso: Modbus RTU
- custodia: Compatta, rivestita Alu
- cavo per versione separata: Non prevista
- Connessione elettrica: Pressacavo M20
- rivestimento: gomma dura
- attacco al processo: PN16, carbonio, flangia EN1092-1 (DIN2501)
- elettrodi: 1.4435/316L
- calibrazione: 0.5%
- pacchetto applicativo: verifica Heartbeat + monitoraggio
- KTW certificato acqua potabile W 270



### 31.6.2.3 C2-FIT-102

**SERVIZIO:** Misura di portata nella tubazione in uscita impianto verso la zona industriale di Casalino

**QUANTITÀ:** 1

**DESCRIZIONE:** Misuratore di portata **elettromagnetico DN65** versione inline; applicazione per il settore delle acque potabili, utility e reflue industriali o municipalizzate. Approvazioni internazionali per le acque potabili. Lunghezza di montaggio: secondo DVGW/ISO. Versione con trasmettitore resistente alla corrosione. Stessa custodia per versione compatta/remota. Misuratore di portata standard versatile per l'industria delle acque potabili e reflue.

**CARATTERISTICHE TECNICHE:**

- Approvazione: area sicura
- Versione: Flangia scorrevole a collare versione "0DN"
- Alimentazione: 100-240VAC/24VAC/DC
- Uscita; ingresso: Modbus RTU
- custodia: Compatta, rivestita Alu
- cavo per versione separata: Non prevista
- Connessione elettrica: Pressacavo M20
- rivestimento: Polyurethane
- attacco al processo: PN16, carbonio, flangia EN1092-1 (DIN2501)
- elettrodi: 1.4435/316L
- calibrazione: 0.5%
- pacchetto applicativo: verifica Heartbeat + monitoraggio
- KTW certificato acqua potabile W 270

### 31.6.2.4 C2-PIT-101, C2-PIT-102

**SERVIZIO:** Trasmettitore di pressione sulla mandata del gruppo di pressurizzazione

**QUANTITÀ:** 2

**DESCRIZIONE:** Misura di pressione, capacitiva, compatta, con sensore ceramico. Applicazione: pressione, livello. Membrana ceramica: resistente al vuoto, resistente all'abrasione, a secco. Accuratezza tipica: +/- 0.15% (Platino +/-0.075%). Trasmettitore modulare. Completo di test report (3 punti). Facile messa in servizio in campo. Completo di valvola di intercettazione a monte.

**CARATTERISTICHE TECNICHE:**

- Approvazione: Area sicura
- Uscita: 2 fili 4-20 mA HART
- Display; operatività: Segment display senza pulsanti + bluetooth
- Custodia; Materiale: Singolo vano; Alu, verniciato
- Connessione elettrica: pressacavo M20, plastica, IP66/68 NEMA 4X/6P





- Campo del sensore: 10bar/1MPa/150psi relativo
- Taratura; unità: personalizzata lineare; vedere info aggiuntive
- Attacco al processo: Filetto ISO228 G1/2 foro 11,4mm, 316L
- Guarnizione: EPDM
- Certificazione aggiuntiva: KTW certificato acqua potabile W 270

### 31.6.3 Equipaggiamenti

#### 31.6.3.1 C2-TK-101, C2-TK-102

**SERVIZIO:** Serbatoio a membrana per mantenimento pressione

**QUANTITÀ:** 2

**DESCRIZIONE:** Serbatoio a pressione Camera d'aria.

I serbatoi sono approvati per l'acqua potabile; è progettato per una pressione operativa massima di 1000 kPa e una temperatura massima del liquido di 343 K.

I serbatoi sono montati con un manometro, che mostra la pressione del sistema.

Il serbatoio ha una connessione pressostato, che permette di collegare un pressostato.

Il diaframma è un diaframma in butile al 100% resistente al cloro con un rivestimento in polipropilene copolimero stampato con precisione per una separazione superiore di aria e acqua.

Il serbatoio ha una connessione FlowThru, che scarica costantemente il serbatoio mentre la pompa è in funzione. Ciò garantisce che l'acqua nel serbatoio rimanga fresca ed elimina il rischio di ristagni d'acqua durante il normale funzionamento del sistema.

I serbatoi hanno una membrana non sostituibile precaricata con azoto (1,5 bar).

I serbatoi hanno un diaframma in gomma butilica atossica, che divide la camera del serbatoio in due scomparti. Il compartimento superiore contiene azoto compresso.

Il vano inferiore ha un rivestimento in polipropilene (PP) ed è riempito con l'acqua della pompa.

Un serbatoio a pressione garantisce una pressione controllata nella rete idrica e quindi limita la frequenza di commutazione della pompa in caso di basso consumo di acqua o perdita di perdite.

Il risultato è un maggiore comfort nell'installazione limitando la frequenza di avvio / arresto della pompa e aumenta il comfort del sistema compensando le cadute di pressione all'apertura di un rubinetto, riducendo al contempo i problemi di colpo d'ariete nelle tubazioni.

#### CARATTERISTICHE TECNICHE:

Approvazioni: CE,EAC



Approvazioni per acqua potabile: WRAS,ACS

Membrana tipo: Camera d'aria

Volume serbatoio: 500 l



## 32 OPERE ELETTRICHE

### 32.1 IMPIANTI ELETTRICI

#### 32.2 GRADI DI PROTEZIONE MINIMI

Il grado di protezione meccanica minimo degli equipaggiamenti elettrici e strumentali, se non diversamente indicato nei rispettivi capitoli dovrà essere, come minimo, come di seguito indicato:

Descrizione	Interno	Esterno
Quadri elettrici, collocati entro cabine:	IP 31	
Quadri elettrici, collocati nelle sale di lavorazione:	IP 55	IP 55
Quadri elettrici (con porte aperte):	IP 20	IP 20
Apparecchiature elettriche e strumentali:	IP 54	IP 55
Motori elettrici:	IP 54	IP 55

#### 32.3 CONTRASSEGNI – COLORAZIONI - INDIVIDUAZIONI

##### 32.3.1 Apparecchiature interne

Le apparecchiature interne dovranno essere chiaramente identificate mediante:

Contrassegni fasi L1; L2; L3 - contrassegno neutro: N - contrassegno terra: nastratura giallo-verde.

Contrassegni apparecchiature interne con etichette adesive con protezione in plastificante.

Contrassegni dei conduttori isolati con collari o tubetti con numerazione indelebile.

Colorazione dei conduttori:

isolati di fase: marrone, sezione minima 2,5 mm<sup>2</sup>;

conduttore di neutro: azzurro, sezione minima 2,5 mm<sup>2</sup>;

conduttore di terra: giallo-verde, sezione minima 2,5 mm<sup>2</sup>;

conduttori in tensione anche a interruttore generale aperto: arancio;



conduttori a tensione 48 Vca: grigio, sezione minima 1,5 mm<sup>2</sup>;  
conduttore positivo in c.c.: rosso, sezione minima 1,5 mm<sup>2</sup>, nota<sup>1</sup>  
conduttore negativo in c.c.: nero, sezione minima 1,5 mm<sup>2</sup>;  
conduttore per segnali da e per PLC/DCS: viola, sezione minima 1 mm<sup>2</sup>;  
conduttori per segnali amperometrici: bianco, sezione minima 2,5 mm<sup>2</sup>;  
conduttore per circuiti di blocco: rosa, sezione minima 2,5 mm<sup>2</sup>.  
Targhe in plexiglas di colore nero inciso bianco a pantografo in lingua italiana e tedesca e fissate con viti o rivetti.

### 32.3.2 Apparecchiature esterne

Le norme CEI 16-3 stabiliscono chiaramente il significato di determinati colori delle lampade e dei pulsanti, al fine di aumentare la sicurezza del personale di servizio e facilitare il mantenimento delle apparecchiature e degli impianti.

Nella tabella che segue sono riportati i colori prescritti per le lampade di segnalazione e per i pulsanti, come pure il significato dei colori ed i casi tipici d'impiego.

#### 32.3.2.1 Colori delle lampade di segnalazione e loro significato

Color	Significato	Spiegazione	Impiego tipico
Ross	Pericolo oppure allarme	Segnalazione prima del possibile pericolo oppure prima di condizioni che richiedono o un immediato o intervento .	Temperature al di fuori dei limiti di sicurezza; parti essenziali dell'equipaggiamento bloccate mediante l'intervento di un dispositivo di sicurezza.
Giall	Attenzione	Cambiamento o presumibili	Temperature che si scostano dal

<sup>1</sup> Dovranno essere chiaramente identificabili i conduttori a 24 Vcc da quelli a 110 Vcc



		alterazioni delle condizioni	valore normale; sovraccarico la cui durata è ammessa solo per un tempo limitato.
Verd	Sicurezza, servizio normale	Indicazione di una condizione e di funzionamento sicuro oppure autorizzazione a procedere.	Liquido refrigerante in circolazione, macchina pronta per la messa in marcia.
Blu	Significato speciale	Il blu può avere qualsiasi significato , però non quello dei tre colori sopra menzionati il rosso, giallo e verde.	Selettori in posizione di predisposto oppure in posizione di comando a distanza.
Bian	Significato generale	Qualsiasi significato , può essere utilizzato tutte le volte che	

		<p>ci fossero dei dubbi sulla utilizzazion e dei tre colori sopra menzionat i rosso, giallo e verde.</p>	
--	--	--	--

#### 32.3.2.2 Colori dei pulsanti e loro significato

Colore	Significato	Impiego tipico
Rosso	Agire in caso di pericolo	Emergenza; Stop; Arresto.
	STOP (arresto), oppure disinserzione	Arresto generale, arresto di uno o più motori, arresto di un apparecchio di manovra, ripri- stino combinato con la funzione di arresto.
Giallo	Intervento	Intervento per sopprimere condizioni anormali oppure evitare cambiamenti non desiderati.
Verde	Avviamento oppure inserzione	Avviamento generale, avviamento di



		<i>uno o più motori, avviamento di parti di macchine, chiusura di un apparecchio di manovra.</i>
<i>Blu</i>	<i>Qualsiasi significato che però non riguarda i colori sopra descritti</i>	<i>In casi particolari può essere attribuito a questo colore un significato che non riguarda però i colori rosso, giallo, verde.</i>
<i>Bianco, nero, grigio</i>	<i>Non viene attribuito alcun particolare significato</i>	<i>Può essere utilizzato per qualsiasi significato, ad eccezione dei pulsanti di arresto oppure di disinserzione.</i>

#### **32.4 CONDIZIONI DI PROGETTO E DATI DEL SISTEMA DI TENSIONE, DI DISTRIBUZIONE E DI UTILIZZAZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA**

A riguardo del sistema di tensione essendo l'impianto in oggetto di seconda categoria con alimentazione diretta da AE-EW, è attuata la protezione contro i contatti indiretti prevista per il sistema TN.

Più precisamente l'impianto è previsto di tipo TN-S la cui definizione è la seguente:

T Collegamento diretto a terra di un punto del sistema (nel ns. caso le masse);

N Masse collegate al punto messo a terra del sistema d'alimentazione;

S Funzioni di neutro e di conduttore di protezione, svolti separatamente.

Le caratteristiche dei sistemi elettrici si possono quindi definire come segue:

Sistema di fornitura dell'energia fino al punto di consegna: II categoria (16,4 kV)



Sistema di distribuzione dell'energia all'interno dell'impianto: I categoria (0,4 kV)

Stato del neutro: Distribuito

#### 32.4.1 Tensione nominale e d'esercizio del sistema elettrico

La tensione nominale del sistema è 400 Vca.

La tensione d'esercizio del sistema sarà a 380 Vca, con variazioni del  $\pm 10\%$  in servizio continuo e del  $-20\%$  in condizioni transitorie per una durata di 10 s circa.

#### 32.4.2 Funzionamento del sistema elettrico

Il sistema a 400 Vca normale funzionerà con neutro messo francamente a terra e generalmente non accessibile.

#### 32.4.3 Frequenza nominale del sistema elettrico

La frequenza nominale del sistema elettrico è 50 Hz, essa potrà variare entro il campo 49,5 / 50,5 Hz nel funzionamento normale.

#### 32.4.4 Cadute di tensione

Le cadute di tensione nelle varie parti del sistema elettrico dovranno essere contenute entro i limiti di seguito indicati; i valori si dovranno intendere riferiti alla tensione nominale del sistema; il calcolo delle cadute di tensione durante l'avviamento di un motore dovrà essere eseguito sulla base della minima potenza di corto circuito.

<i>Elemento del sistema</i>	<i>Pos.</i>	<i>Funzionamento</i>	<i>deltavi</i>
<i>Nei cavi d'alimentazione dei motori</i>	<i>1</i>	<i>Con motore funzionante alla potenza nominale</i>	<i>4 %</i>
<i>Ai morsetti dei motori avviamenti in corto circuito</i>	<i>2</i>	<i>Durante l'avviamento (<sup>2</sup>)</i>	<i>25 %</i>
<i>Nelle sbarre dei quadri alimentazione</i>	<i>3</i>	<i>Durante l'avviamento</i>	<i>15 %</i>

Nota 2 Il valore massimo del 25 % deve intendersi come somma delle cadute di tensione nei cavi e nelle sbarre dei quadri di alimentazione dei motori stessi.





		del motore più grosso <sup>(3)</sup>	
Nei cavi d'alimentazione degli apparecchi illuminati	4	-----	4 %

### 32.5 NOTE GENERALI

L'installatore dovrà, con la più aggiornata tecnica impiantistica, eseguire a regola d'arte l'impianto elettrico, consegnandolo alla Committente funzionale e funzionante, come sotto indicato:

Realizzazione di tutti i collegamenti elettrici dei motori elettrici, dei sensori elettrici e delle colonnine di comando locale.

Taratura ed allineamento dei termici a quadro.

Realizzazioni delle connessioni di potenza e di telecomando.

Tutto l'impianto elettrico luce ed F.M. dovrà essere realizzato con passerelle e conduit separati da quelli necessari per l'impianto strumentale.

Questo criterio dovrà essere rispettato anche negli attraversamenti e nei cunicoli presenti nelle varie planimetrie.

I cavi elettrici di potenza e di telecomando dovranno avere un percorso separato dai cavi di misura.

Tutte le passerelle dovranno essere coperte con relativo coperchio.

Ogni conduit a vista, passerella o cassetta di giunzione dovrà poter essere montata e/o smontata senza che questo comporti il danneggiamento della stessa o di altra parte dell'impianto.

La manovra, le verifiche e la normale manutenzione di tutti le parti o apparecchiature elettrotecniche dovrà essere possibile senza l'uso di mezzi ausiliari (scale, ecc.) e non essere impedita da altre parti di impianto; le cassette di giunzione (ove necessarie) dovranno essere ubicate in zone sicure per l'operatore.

Montaggio dei quadri, delle cassette e di tutti gli altri accessori necessari per una esecuzione a regola d'arte dell'impianto stesso.

---

Nota 3 I cavi di alimentazione di un sistema di sbarre a più sezioni, unite da congiuntori, avranno una portata tale da poter sopportare la massima richiesta di carico anche con una alimentazione fuori servizio.

La tensione disponibile ai morsetti dei motori durante l'avviamento, sarà comunque tale da consentire un sicuro avviamento dei motori, anche a pieno carico se richiesto, senza danno ai motori stessi.

La tensione disponibile sulle sbarre sarà comunque tale da non interferire sul funzionamento dei motori in marcia e da consentire la chiusura dei contattori dei motori. La scelta dei cavi sarà fatta in conformità al tipo di posa e del luogo ove verranno impiegati. La portata dei cavi sarà prevista come segue, tenendo conto del tipo di posa, delle temperature ambiente, della natura del terreno, dei raggruppamenti, ecc.:



Tutti i tubi o passerelle porta conduttori in vista dovranno essere fissati in modo sicuro, con graffette e supporti.

Per fissaggio degli stessi su pareti in muratura non sarà permesso l'uso di chiodi sparati.

Tutti i tubi posati nelle strutture murarie dovranno essere installati prima della gettata.

Non saranno permesse scanalature nei manufatti.

Tutti i conduttori e le linee di alimentazione saranno identificabili nei quadri, negli incroci e/o nelle derivazioni di percorso e sull'utilizzatore.

Tutte le linee di alimentazione dovranno essere posate rispettando le prescrizioni consigliate dai fornitori degli stessi.

I tubi porta cavi dovranno avere percorso più diritto possibile e le eventuali curve dovranno essere le più ampie possibili o saranno installate curve apribili.

I porta conduttori dovranno essere lavorati a perfetta regola d'arte sbavati alle estremità, tagliati a squadra, filettati con 7 filetti per parte, ecc.

Tutti gli strumenti, quadri locali e cassette di giunzione e/o smistamento dovranno essere messi a terra tramite piastrine.

Ogni connessione sarà effettuata in modo da assicurare il contatto stabile e meccanicamente solido; pertanto si raccomanda l'uso di connettori a compressione e morsettiera adeguata.

Tutte le passerelle poste in verticale saranno coperte per un'altezza di 2.500 mm da piano camminamento.

Non sono ammessi collegamenti elettrici sulle passerelle; ove si presentasse la necessità, installare cassette di derivazione.

Le cassette di distribuzione elettriche dovranno avere l'ingresso cavi dal basso e l'uscita laterale.

Per il cablaggio delle cassette di distribuzione elettriche dovranno essere previste delle canalette di smistamento cavi (sia in ingresso che in uscita) prima che questi si colleghino a morsettiera.

Tutte le morsettiere delle cassette elettriche dovranno essere opportunamente numerate.

Tutti i tubi o fili collegati alle morsettiere elettriche delle cassette dovranno essere numerati nel modo seguente:

tubo o filo in arrivo n° di morsetto e n° di cavo;

tubo o filo in partenza n° di morsetto e denominazione dell'apparecchiatura collegata.

### **32.6 MODALITÀ DI MONTAGGIO**

Le apparecchiature elettriche installate in sito (colonnini, cassette, ecc.) dovranno essere montate in punti facilmente accessibili per permettere le operazioni di manovra e/o manutenzione dai normali piani di servizio dell'impianto.

Ove possibile, è prescritto che la quota di installazione delle apparecchiature elettriche in campo sia compresa fra i 1.000 - 1.500 mm rispetto ai piani di servizio.



Tutte le apparecchiature che potrebbero essere danneggiate, sia in fase di montaggio, sia in fase di normale manutenzione delle tubazioni od apparecchiature di processo, dovranno essere meccanicamente protette.

Le apparecchiature non dovranno essere installate su parti di impianto soggette a vibrazioni; nei casi eccezionali in cui non sia possibile seguire questa norma, si dovrà ricorrere a staffature di sostegno delle apparecchiature del tipo anti vibrante.

Le apparecchiature installate all'aperto dovranno essere protette dalle intemperie con opportune tettoie o custodie.

## 32.7 CAVI E CONDUTTORI

### 32.7.1 Caratteristiche tecniche e costruttive cavo di Bassa Tensione

Cavo di Bassa Tensione flessibile antifiamma, formazione multipolare, in opera su qualsiasi struttura o sostegno o tubazione, compreso fascette di fissaggio e numerazione.

Di seguito sono elencate le caratteristiche principali del cavo suddetto:

ANIMA:	<i>Conduttore in corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto</i>
ISOLANTE:	<i>Mescola di gomma etilpropilenica ad alto modulo di qualità G16</i>
GUAINA:	<i>Mescola di PVC di qualità R16, colore grigio</i>
MARCATURA:	<i>Stampigliatura ad inchiostro speciale ogni 1 m.</i> <i>Marcatura metrica progressiva.</i>
CONDIZIONI DI POSA:	<i>Temperatura minima di posa 0°C;</i> <i>In tubo o in canalina in aria;</i> <i>In canale interrato;</i> <i>In tubo interrato;</i> <i>In aria libera;</i> <i>Interrato con protezione.</i>
TEMPERATURA DI FUNZIONAMENTO:	90°C
TEMPERATURA DI CORTOCIRCUITO:	250°C
COLORI DELLE ANIME:	1x Nero



	<i>2x    Blu chiaro / Marrone</i> <i>3x    Marrone / Nero / Grigio</i> <i>3G    Giallo Verde / Blu chiaro / Marrone</i> <i>4x    Blu chiaro / Marrone / Nero / Grigio</i> <i>4G    Giallo Verde / Marrone / Nero / Grigio</i> <i>5G    Giallo Verde / Marrone / Nero / Grigio / Blu chiaro</i>  <i>Le anime dei cavi per segnalamento saranno nere, numerate e sarà previsto il conduttore di terra Giallo Verde</i>
<i>TENSIONE DI ISOLAMENTO:</i>	<i>0,6 / 1 kV</i>
<i>TIPO:</i>	<i>FG16(O)R16</i>  <i>Conforme CPR UE 305/11, Cca - s3, d1, a3</i>

### **32.7.2 Caratteristiche tecniche e costruttive cavo di Bassa Tensione a bassa emissione di fumi e gas tossici**

Cavo di Bassa Tensione a bassa emissione di fumi e gas tossici (limiti previsti dalla CEI 20-38 con modalità di prova previste dalla CEI 20-37) flessibile antifiamma, formazione multipolare, in opera su qualsiasi struttura o sostegno o tubazione, compreso fascette di fissaggio e numerazione.

Di seguito sono elencate le caratteristiche principali del cavo suddetto:

<i>ANIMA:</i>	<i>Conduttore in corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto classe 5</i>
<i>ISOLANTE:</i>	<i>Mescola di gomma etilpropilenica ad alto modulo di qualità G16</i>
<i>GUAINA:</i>	<i>Termoplastica speciale di qualità M16, colore verde</i>
<i>MARCATURA:</i>	<i>Stampigliatura ad inchiostro speciale</i>



	Marcatura metrica progressiva.
CONDIZIONI DI POSA:	Temperatura minima di posa 0°C; In tubo o in canalina in aria; In canale interrato; In tubo interrato; In aria libera; Interrato con protezione.
TEMPERATURA DI FUNZIONAMENTO:	90°C
TEMPERATURA DI CORTOCIRCUITO:	250°C
COLORI DELLE ANIME:	1x Nero 2x Blu chiaro / Marrone 3x Marrone / Nero / Grigio 3G Giallo Verde / Blu chiaro / Marrone 4x Blu chiaro / Marrone / Nero / Grigio 4G Giallo Verde / Marrone / Nero / Grigio 5G Giallo Verde / Marrone / Nero / Grigio / Blu chiaro Le anime dei cavi per segnalamento saranno nere, numerate e sarà previsto il conduttore di terra Giallo Verde
TENSIONE DI ISOLAMENTO:	0,6 / 1 kV
TIPO:	FG16(O)M16 Conforme CPR UE 305/11, Cca - s1b, d1, a1

### 32.7.3 Caratteristiche tecniche e costruttive cavo schermato per segnali

Cavo schermato per trasmissione segnali con particolari caratteristiche di protezione da interferenze elettrostatiche (nastro di alluminio / poliestere) ed elettromagnetiche (treccia di rame).



Di seguito sono elencate le caratteristiche principali del cavo suddetto:

ANIMA:	Conduttore in corda flessibile di rame rosso ricotto
ISOLANTE:	In PVC speciale di qualità Rz
GUAINA:	In PVC di qualità Rz, colore grigio
SCHERMATURA:	Con nastro di alluminio/poliestere più treccia di rame rosso:  Induttanza < 0,9 mH/km Capacità < 140 nF/km Impedenza di trasferimento 10 ohm/m da 100 kHz a 1 MHz; 100 Mohm/m da 1 MHz a 30 MHz
MARCATURA:	Stampigliatura ad inchiostro speciale.
CONDIZIONI DI POSA:	Temperatura minima di posa 5°C;  In tubo o in canalina in aria;  In aria libera.
TEMPERATURA DI FUNZIONAMENTO:	70°C
TEMPERATURA DI CORTOCIRCUITO:	160°C
SEZIONE MINIMA DEL SINGOLO CONDUTTORE:	1,5 mm <sup>2</sup>
TENSIONE DI ISOLAMENTO:	450 / 750 V

#### **32.7.4 Caratteristiche tecniche e costruttive cavo schermato a bassa emissione di fumi e gas tossici per segnali**

Cavo schermato a bassa emissione di fumi e gas tossici (limiti previsti dalla CEI 20-38 con modalità di prova previste dalla CEI 20-37) per trasmissione segnali con particolari caratteristiche di protezione da interferenze elettromagnetiche (treccia di rame).

Di seguito sono elencate le caratteristiche principali del cavo suddetto:

ANIMA:	Conduttore in corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto
ISOLANTE:	Gomma HEPR ad alto modulo
GUAINA:	Termoplastica special di qualità M1, colore verde



SCHERMATURA:	Costituita da treccia di rame rosso
MARCATURA:	Stampigliatura ad inchiostro speciale Marcatura metrica progressiva
CONDIZIONI DI POSA:	Temperatura minima di posa 0°C;  In tubo o in canalina in aria; In canale interrato; In tubo interrato; Direttamente interrato; Interrato con protezione; In aria libera.
TEMPERATURA DI FUNZIONAMENTO:	90°C
TEMPERATURA DI CORTOCIRCUITO:	250°C
COLORI DELLE ANIME:	1x Nero  2x Blu chiaro / Marrone  3x Marrone / Nero / Grigio  3G Giallo Verde / Blu chiaro / Marrone  4x Blu chiaro / Marrone / Nero / Grigio  4G Giallo Verde / Marrone / Nero / Grigio  5G Giallo Verde / Marrone / Nero / Grigio / Blu chiaro  Le anime dei cavi per segnalamento saranno nere, numerate e sarà previsto il conduttore di terra Giallo Verde
TENSIONE DI ISOLAMENTO:	0,6 / 1 kV

### 32.8 DIMENSIONAMENTO DELLE CONDUTTURE

I circuiti e le condutture dovranno essere dimensionati seguendo i seguenti criteri:



La scelta e la loro messa in opera dovranno permettere di soddisfare le misure di protezione per la sicurezza, le prescrizioni per un funzionamento corretto per l'uso previsto dell'impianto nelle condizioni d'esercizio ed alle prescrizioni appropriate alle influenze esterne previste.

In generale tutti i conduttori dovranno essere verificati e giustificati tramite apposito SW specifico in grado di verificare anche il valore di energia specifica passante contemporaneamente in tutti i punti della rete elettrica.

### **32.8.1 Condizioni d'esercizio**

#### **32.8.1.1 Tensione**

I circuiti e le condutture dovranno avere una seconda guaina esterna isolante e dovranno essere adatte ad un gradino in più di quella che è la tensione nominale d'esercizio, in questo modo si potrà ritenere il cavo di classe 2, in quanto del tipo a doppio isolamento e con livello di tensione maggiore di un gradino rispetto a quello necessario.

Ne consegue che il cavo potrà essere posato a vista; l'eventuale protezione meccanica, necessaria entro i 2,5 m dal piano di calpestio, dovrà essere eseguita tramite tubi d'acciaio zincato filettabile di tipo scordonato.

#### **32.8.1.2 Corrente**

I circuiti e le condutture dovranno essere dimensionate tenendo conto della corrente che li percorre nell'esercizio ordinario; dovranno inoltre essere in grado di sopportare le correnti che li possono attraversare in condizioni d'esercizio non ordinario, per periodi determinati dalle caratteristiche dei dispositivi di protezione.

#### **32.8.1.3 Portate**

I circuiti e le condutture dovranno essere scelti in modo che la corrente massima (portata) ammissibile per periodi prolungati da qualsiasi conduttore in servizio ordinario, dovrà essere tale che la temperatura massima di funzionamento non superi i seguenti valori:

<i>Tipo di isolamento</i>	<i>Temperatura massima di esercizio (°C)</i>
<i>Cloruro di polivinile (PVC)</i>	<i>Conduttore : 70</i>
<i>Polietilene reticolato (XLPE) ed etilpropilene (EPR)</i>	<i>Conduttore : 90</i>
<i>Minerale (con guaina in PVC oppure nudo e accessibile)</i>	<i>Guaina metallica : 70</i>





<i>Minerale (nudo e non accessibile e non in contatto con materiali combustibili)</i>	<i>Guaina metallica : 105</i>
---	-------------------------------

#### **32.8.1.4 Temperatura ambiente**

I circuiti e le condutture dovranno essere scelti in modo che la temperatura ambiente prevista per il riferimento sia quella del mezzo circostante quando i cavi in esame non sono sotto carico.

#### **32.8.1.5 Conduttori in parallelo**

I circuiti e le condutture dovranno essere scelti in modo che, in caso di conduttori in parallelo, essi siano sostanzialmente della stessa sezione e della stessa lunghezza.

#### **32.8.1.6 Compatibilità**

I circuiti e le condutture dovranno essere scelti in modo da non causare effetti dannosi agli altri componenti elettrici.

#### **32.8.1.7 Accessibilità**

I circuiti e le condutture dovranno essere disposti in modo da facilitare la loro manovra, la loro ispezione, la loro manutenzione e l'accesso alle loro connessioni.

### **32.8.2 Dimensionamento dei cavi ed influenza delle condizioni di posa**

Il dimensionamento dei cavi dovrà essere determinato principalmente da:

distanza dell'utenza della sorgente d'energia

regime termico, determinato dalla quantità di calore prodotto nel cavo per effetto Joule e sua possibilità di smaltimento

La distanza dovrà condizionare la tensione disponibile ai morsetti dell'utenza

Il regime termico dovrà condizionare la vita dei materiali isolanti del cavo

La possibilità di smaltimento del calore dovrà essere determinata:

resistività termica del terreno, solo per cavi interrati

temperatura del terreno o dell'aria, rispettivamente per cavi interrati e per cavi aerei

presenza di altre sorgenti di calore lungo il percorso del cavo in oggetto (normalmente altri cavi posati affiancati), la loro quantità, intensità e distanza; sia per cavi interrati sia per cavi aerei

profondità di posa, solo per cavi interrati.

Modificare anche solo uno dei parametri che condizionano il regime termico del cavo, potrà determinare un rapido invecchiamento dei materiali isolanti con possibile danneggiamento irreparabile del cavo.

Si richiama pertanto l'attenzione sul fatto che debbono essere rispettate le condizioni previste in progetto, quali ad esempio:



tipo, granulometria e compattazione del materiale di riempimento dello scavo;  
quantità e mutua distanza dei cavi facenti parte di uno stesso raggruppamento;  
tipo e dimensioni della protezione contro i danneggiamenti meccanici.

### **32.8.3 Portata dei cavi**

La portata dei cavi sarà prevista nei seguenti modi:

per l'alimentazione dei trasformatori, motori, i cavi avranno una portata uguale o maggiore della corrente nominale degli stessi.

per l'alimentazione di un sistema di sbarre unico, i cavi avranno una portata uguale o maggiore della massima richiesta contemporanea e continua di corrente prevista sulle sbarre stesse.

I cavi dovranno sopportare senza danno, le sollecitazioni termiche, tenendo conto della max. potenza di c.to. c.to.

Per il coordinamento tra conduttura e dispositivo di protezione si rimanda ad un successivo capitolo ed alle norme CEI 64 - 8 in vigore.

### **32.8.4 Influenze esterne**

I circuiti e le condutture dovranno essere scelti e messi in opera prendendo in considerazione le influenze esterne alle quali possono essere sottoposti, per assicurare il loro corretto funzionamento e per assicurare l'affidabilità delle misure di protezione.

Quando diverse influenze esterne si presentano contemporaneamente si dovrà prestare attenzione ai casi di effetti indipendenti oppure ai casi d'influenze reciproche.

### **32.8.5 Armatura e schermatura**

Quanto richiesto nelle condizioni di posa (sollecitazioni meccaniche longitudinali o trasversali, pericolo d'infortuni per danneggiamento meccanico accidentale ecc.) i cavi avranno un'armatura metallica, realizzata in fili o piattine d'acciaio zincato o materiale equivalente.

L'armatura metallica, purché risponda alle prescrizioni di resistenza elettrica previste dalla CEI per gli schermi, può esercitare tutte le funzioni di una schermatura di rame.

Dove interessi annullare il campo elettrico esterno ad essi e proteggerli contro i contatti accidentali, i cavi saranno schermati con fili, nastri o piattine di rame sul rivestimento comune delle anime, nei cavi multipolari, o sull'isolante nei cavi unipolari.

Il rivestimento metallico sarà sempre collegato a terra ad un solo estremo del cavo, quando il cavo è usato per trasporto d'energia.



### **32.8.6 Identificazione**

I circuiti e le condutture dovranno essere disposte o munite di targhe o di altri mezzi appropriati in modo tale da poter essere identificate per le ispezioni, le prove, le riparazioni o le modifiche d'impianto.

### **32.8.7 Identificazione dei conduttori di neutro e di protezione.**

I conduttori di neutro e di protezione dovranno essere in accordo con la norma CEI 16-4 "Individuazione dei conduttori isolati e dei conduttori nudi tramite colori".

## **32.9 CRITERI DI POSA DEI CIRCUITI E DELLE CONDUTTURE**

### **32.9.1 Criteri di posa**

I circuiti e le condutture dovranno essere dimensionati seguendo i seguenti criteri:

#### **32.9.2 Lavori preliminari alla posa**

I cavi dovranno essere manipolati e posati con molta cura.

Il trasporto dal deposito al luogo di posa non dovrà essere fatto rotolando o strisciando la bobina, ma impiegando mezzi adeguati quali carrelli o autocarri appositamente attrezzati. Il rotolamento delle bobine dovrà essere consentito solo per piccoli spostamenti necessari alla sistemazione delle stesse sui cavalletti o sui carrelli.

#### **32.9.3 Requisiti di posa**

I cavi dovranno essere posati avendo cura di non sottoporli a sollecitazioni meccaniche e termiche diverse da quelle normali, previste in funzione del tipo di posa usato.

I cavi non dovranno reggere pesi, neppure di organi elettrici ad essi collegati e dovranno essere adeguatamente sostenuti in funzione della loro resistenza meccanica.

I cavi non dovranno essere posati in prossimità di corpi ad elevata temperatura a meno che essi siano del tipo speciale resistente al calore e non soggetti allo stillicidio o al getto di liquidi caldi o corrosivi.

Qualora non sia possibile allontanare i cavi dai pericoli sopra indicati, dovranno essere adeguatamente schermate le sorgenti del pericolo non i cavi per evitare di diminuire la portata.

I conduttori unipolari dei circuiti di potenza in corrente alternata dovranno essere disposti e supportati in modo da evitare pericolosi riscaldamento delle parti metalliche adiacenti per effetto induttivo, ad esempio impiegando materiale amagnetico.

Eventuali cavi collegati in parallelo per la trasmissione di correnti elevate, dovranno essere sempre come segue:

dello stesso tipo e sezione,



seguiranno percorsi paralleli eventualmente con trasposizioni in modo che la lunghezza sia uguale, avranno organi di giunzione e terminazioni uguali ed installati in modo analogo, dovranno essere convenientemente ammarati per resistere alle sollecitazioni derivanti dal corto circuito.

I tipi di cavi e la loro installazione dovranno essere in conformità con le norme assunte e con i documenti di progetto.

Nei luoghi con pericolo di esplosione o d'incendio per la presenza di sostanze pericolose se miscelate con aria, dovrà essere considerato "luogo pericoloso" anche il terreno fino ad una profondità di 0,50 m, pertanto:

i cavi direttamente interrati dovranno essere posati ad una profondità superiore a 50 cm;

i cunicoli, i pozzetti, ecc., dovranno essere riempiti di sabbia per evitare accumuli di sostanze pericolose;

i cavi in vista, quando ammessi dalle norme assunte, dovranno essere protetti dai danneggiamenti meccanici fino a 2,50 m sui piani di lavoro;

i tubi e i loro accessori dovranno essere in materiale non combustibile, stabile ed inerte nelle condizioni di utilizzo.

#### **32.9.4 Sforzi di tiro applicabili ai cavi per la posa**

Gli sforzi di tiro necessari durante le operazioni di posa dei cavi, quando applicati ai conduttori di rame o di alluminio non supereranno i valori prescritti dai costruttori ed in mancanza di questi non supereranno una sollecitazione  $6 \text{ kg/mm}^2$  di sezione totale.

A tale scopo si dovranno impiegare calze metalliche, anelli o ganci di tiro adeguatamente fissate alle estremità dei conduttori evitando fra l'altro che l'umidità possa penetrare nel cavo.

Se il cavo è provvisto di un'armatura a fili o piattine di acciaio, la forza di tiro dovrà essere applicata all'armatura e non dovrà essere superiore ai valori prescritti dai costruttori; in mancanza di questo dato non si supererà una sollecitazione di  $10 \text{ kg/mm}^2$  di sezione dell'armatura.

Durante la posa dovrà essere evitato che il cavo giri sul proprio asse.

È preferito il tiro con l'impiego della sola manodopera, però è consentito il tiro con paranco a mano oppure a motore, purché munito di un dispositivo che impedisca di superare lo sforzo di tiro massimo ammesso per il cavo. Nei tratti di percorso molto lungo, per evitare di superare lo sforzo di tiro massimo ammesso, sarà consentito impiegare rulli motorizzati intercalati a quelli folli; in questo caso però il loro azionamento dovrà essere controllato da paranco provvisto di controllo dello sforzo di tiro massimo.

Nel caso di più cavi da tirare contemporaneamente, ad esempio in un tubo, il tiro non dovrà essere superiore a quello consentito dal cavo di caratteristiche più limitate.



### 32.9.5 Temperatura di posa

Durante l'operazione di posa, per tutta la loro lunghezza e per tutto il tempo in cui potranno essere manipolati, la temperatura dei cavi dovrà essere non inferiore a:

+ 3°C per i cavi isolati con carta impregnata;

0° C per i cavi comunque isolati, ad eccezione dei cavi isolati con carta impregnata muniti di guaina esterna in PVC ;

-15° C per i cavi isolati in gomma e con guaina esterna di gomma o policloroprene.

### 32.9.6 Raggio di curvatura

Durante le operazioni di posa dovranno essere evitate le piegature che non siano assolutamente necessarie. I raggi di curvatura (R) nei cambiamenti di direzione dei percorsi e nelle operazioni di posa non dovranno essere inferiori ai valori seguenti salvo accordi speciali con la Direzione Lavori e/o con il Costruttore:

R 8 (D+d):

- cavi unipolari non schermati;
- cavi multipolari non armati e non provvisti di guaina metallica (Piombo oppure Al);
- cavi multipolari armati con nastri, provvisti di guaina metallica (Piombo oppure Al);
- cavi multipolari armati con nastri, non provvisti di guaina met.ca (Piombo oppure Al);

R10 (D+d):

- cavi unipolari armati;
- cavi armati con fili o piattine;
- cavi con guaina di piombo;
- cavi con guaina in alluminio ondulata;
- cavi con conduttori concentrici;

R 20 D:

- conduttori in terra, nudi e isolati;

R 5 D:

- cavi con isolamento minerale;

Durante le operazioni di posa del cavo si dovranno evitare pieghe sotto il valore di  $R = 20 D$ .

Nelle formule in precedenza elencate, "D" indica il diametro esterno del cavo e "d" indica il diametro di un conduttore (il maggiore se i conduttori sono disuguali); quando non si può misurarlo, dovrà essere calcolato con:

$$d = 1,3 S \text{ (in mm)}$$

dove: S (in mm<sup>2</sup>) è la sezione del conduttore.



### 32.9.7 Supportazione dei cavi

Nella posa verticale o in ogni caso inclinata oltre 30° sul piano orizzontale, i cavi dovranno essere supportati in alto e ad intervalli non superiori ai seguenti, al fine di evitare eccessivi sforzi di trazione dovuti alla propria massa:

Sezione dei conduttori mm <sup>2</sup>	Intervalli di supportazione	
	Conduttori in Cu	Conduttori in Al
fino a 10	30 cm	30 cm
da 16 a 50	30 cm	60 cm
da 70 a 150	20 cm	40 cm
da 185 a 300	12 cm	28 cm
oltre 300	10 cm	25 cm

### 32.10 GIUNZIONI E TERMINAZIONI

In generale non saranno ammesse giunzioni sui cavi; qualora occorressero particolari necessità impiantistiche che richiedessero giunzioni nei cavi, queste si potranno eseguire previa autorizzazione della Committente e rispettando le prescrizioni di seguito elencate.

#### 32.10.1 Requisiti generali

Le giunzioni e le terminazioni dovranno essere eseguite secondo le istruzioni dei costruttori; dovranno essere in ogni caso rispettate le indicazioni seguenti:

Dovranno essere eseguite in modo da ripristinare il grado d'isolamento del cavo al suo valore nominale.

Per l'esecuzione delle giunzioni e delle terminazioni su cavi schermati con un nastro o una treccia sull'isolante (gomma butilica, PVC, ecc.) dovrà essere asportato lo strato semi conduttore, eventualmente presente, per tutta la lunghezza di anima della quale si sarà asportato lo schermo metallico. L'asportazione dovrà essere accurata in modo da non lasciare la minima traccia.

I materiali impiegati dovranno essere equivalenti e compatibili, agli effetti delle sollecitazioni dell'ambiente d'installazione, a quelle dei cavi cui sono associate.

#### 32.10.2 Terminazioni

Per l'esecuzione delle terminazioni, i cavi dovranno essere tagliati in misura tale da consentire agevolmente i lavori senza inutili sfridi.

Le teste degli spezzoni di cavo rimanenti da una pezzatura e le teste dei cavi che non sono subito collegati, dovranno avere di cappellotti di chiusura atti ad impedire la penetrazione dell'umidità nell'isolante.



Tutti i rivestimenti metallici (schermi, armature, ecc.) dovranno essere connessi in parallelo tra loro e messi a terra alle estremità di ogni linea di cavo, salvo per i cavi unipolari per i quali la messa a terra dovrà essere fatta ad un'estremità sola. In questo caso, all'estremità dove gli schermi non saranno messi a terra, occorrerà avere isolate le muffole con supporti isolanti e prendere precauzioni per evitare il contatto accidentale con dette muffole e con gli schermi a causa delle tensioni che si potranno venire a creare durante i guasti.

I corpi metallici (contenitori) delle terminazioni dovranno essere messi a terra assieme ai rivestimenti metallici dei cavi.

Se più terminazioni si trovano vicine, esse dovranno essere collegate tra loro e la messa a terra dovrà essere comune.

Le terminazioni di cavi entranti in scatole di derivazione o di terminazione, dovranno essere eseguite impiegando "pressa cavi" o "coni terminali" aventi i collari di serraggio di qualità tale da garantire una buona compressione sul cavo ed una buona tenuta all'acqua.

### **32.10.3 Terminazione e giunzione dei singoli conduttori**

Le terminazioni e le giunzioni dei singoli conduttori dovranno essere sicuri contro l'allentamento, proporzionate alla corrente nominale e alle sollecitazioni sia termiche sia dinamiche dovute al corto circuito e dovranno essere resistenti alla corrosione.

I criteri esecutivi dovranno essere secondo le istruzioni del costruttore dei cavi; in mancanza di dette istruzioni le terminazioni dovranno essere eseguite come segue:

Conduttori flessibili fino a 6 mm<sup>2</sup>, usando un canotto a compressione.

Usando un capocorda a compressione, se l'allacciamento è eseguito con vite; con connettori a compressione, se sono da connettere più conduttori fra di loro in scatole dove manchino le morsettiere.

Conduttori rigidi fino a 10 mm<sup>2</sup>.

Senza l'impiego di alcun accessorio, se l'allacciamento deve essere eseguito su morsetti componibili o con semplice vite. Con connettori a compressione, se sono da connettere più conduttori fra di loro in scatole dove manchino le morsettiere.

Conduttori flessibili oltre 6 mm<sup>2</sup> o rigidi oltre 10 mm<sup>2</sup>.

Mediante capicorda a compressione in ogni caso, ad eccezione degli allacciamenti ad apparecchiature o terminali muniti di morsetti adatti al serraggio di conduttori cordati.

Mediante connettori a compressione, se sono da connettere più conduttori fra di loro in cassette dove manchino le morsettiere.

Conduttori di terra a filo o cordati.

Mediante capicorda a compressione o mediante saldatura, in ogni caso ad eccezione degli allacciamenti ad apparecchiature munite di morsetti adatti al serraggio di conduttori di questo tipo.



Mediante connettori a compressioni nelle giunzioni.

Conduttori di terra a piattina.

Mediante sovrapposizione delle parti e connessioni imbullonate con almeno due bulloni.

Le connessioni direttamente interrate dovranno essere anche protette dai contatti col terreno per evitare corrosioni elettrochimiche e ossidazioni.

## **32.11 IDENTIFICAZIONE DEI CAVI**

### **32.11.1 Identificazione dei cavi posati aerei**

I cavi aerei quando posati singolarmente, come ad esempio su fune, in vista su parete ecc., dovranno essere identificati come sopra indicato. Le fascette dovranno essere applicate ai cavi almeno all'inizio e alla fine del percorso.

I cavi aerei, quando posati in raggruppamenti, come ad esempio su passerella, su fune, in vista su parete, ecc., dovranno essere identificati come sopra indicato.

Le fascette dovranno essere applicate ai cavi ad intervalli non superiori a 20 m, in corrispondenza di ogni giunzione, nei punti d'entrata e d'uscita dai percorsi principali e all'inizio e alla fine del percorso.

### **32.11.2 Identificazione dei cavi posati in tubi**

I cavi quando posati in tubi interrati e quando posati in tubi singolarmente installati aerei o su parete, dovranno essere identificati come sopra indicato. Le fascette d'identificazione dei cavi dovranno essere applicate ai tubi o alle condotte all'inizio e alla fine del percorso o negli eventuali pozzetti rompi tratta; le fascette dovranno essere applicate anche, quando possibile, ai cavi entranti e uscenti dai tubi e dalle condotte.

I cavi, quando posati in condotte e in tubi aerei che si trovano raggruppati in fasci o rastrelliere in modo tale da essere difficile l'individuazione di ogni singolo tubo o condotta, dovranno essere identificati come sopra indicato.

Le fascette dovranno essere applicate alle condotte e ai tubi ad intervalli non superiori a 20 m, nei punti d'entrata da eventuali scatole di giunzione, nei punti d'entrata e d'uscita dai percorsi principali nonché all'inizio e alla fine del percorso; le fascette dovranno essere applicate, quando possibile, anche ai cavi entranti ed uscenti dai tubi e dalle condotte.

## **32.12 REQUISITI, CRITERI E MODALITÀ PER LA POSA DEI CAVI "AEREI" IN PASSERELLE, CANALETTE O CUNICOLI NON RIEMPITI**

Sono considerate pose aeree le seguenti modalità di posa:

in passerella, canalette o cunicoli non riempiti;

in vista su opere murarie o metalliche;





su fune d'acciaio

### **32.12.1 Requisiti di posa**

I cavi dovranno essere posati dritti e non sottoposti a sforzi di torsione in modo che siano appoggiati omogeneamente sui supporti; l'interdistanza dei cavi dovrà essere come previsto nei documenti di progetto.

I cavi dovranno essere sostenuti da passerelle a scaletta cui saranno fissati con fascette; i cavi all'interno dovranno essere disposti paralleli su di un unico strato con i cavi di comando alternati a quelli di potenza.

Su doppio strato è ammesso solo se concordato con la Direzione Lavori.

I morsetti a cavallotto, le graffette o le fascette impiegate per il fissaggio definitivo, dovranno essere dimensionate in modo da resistere alle sollecitazioni termiche e dinamiche del cavo.

Inoltre esse dovranno essere installate in posizione tale da evitare eccessivi sforzi di trazione sui morsetti terminali dei singoli conduttori durante tali sollecitazioni.

I cavi, quando posati orizzontali su passerelle, cunicoli non riempiti e canalette, dovranno essere fissati almeno nei seguenti punti:

ad ogni cambio di direzione del percorso cavi;

ad intervalli non superiori a 10 m;

all'inizio e alla fine del percorso orizzontale.

I cavi, quando posati su passerelle, cunicoli non riempiti o canalette, verticali o in ogni modo inclinate oltre 30 gradi sul piano orizzontale, dovranno essere fissati almeno nei seguenti punti:

all'inizio o alla fine del percorso verticale o inclinato;

ad ogni cambio di direzione del percorso cavi;

ad intervalli non superiori a 1,0 m.

### **32.12.2 Attraversamenti**

In corrispondenza di attraversamenti aerei di strade e passaggi, le passerelle e le canalette dovranno essere fissate a strutture, e poste al di sopra del limite inferiore di queste ultime.

In ogni caso l'altezza da terra dovrà essere tale da non ostacolare il traffico previsto; in centro all'attraversamento dovranno essere applicati cartelli monitori indicanti la presenza di cavi elettrici e indicanti l'altezza massima ammessa per i mezzi di transito.

In corrispondenza di attraversamenti sotterranei di strade e passaggi, le coperture delle canalette o dei cunicoli non riempiti dovranno essere dimensionati per il carico massimo trasmesso alle coperture del traffico.

### **32.12.3 Requisiti, criteri e modalità per la posa dei cavi in vista su opere murarie**

Questa tipologia di posa non è ammessa.



#### **32.12.4 Posa cavi su fune d'acciaio**

I cavi dovranno essere fissati con fascette o con ganci e fibbie; il fissaggio dovrà essere tale da impedire scorrimenti del cavo.

Si dovranno usare fascette su tratti accessibili e ganci e fibbie nell'attraversamento di tratti non accessibili.

Nel caso in cui la fune debba incrociare una tubazione, la fune non dovrà essere messa a contatto con questa ma passerà al di sotto o al di sopra secondo lo spazio disponibile.

I tratti di raccordo tra due funi a differente livello dovranno essere eseguiti verticalmente con fissaggio del cavo a parete; la distanza minima tra l'ultima fascetta reggi cavo su fine e la prima graffetta a muro dovrà essere di 50 cm, in modo da assicurare una sufficiente ricchezza di cavi tale da garantire l'integrità delle guaine in caso di scorrimenti.

#### **32.13 REQUISITI, CRITERI E MODALITÀ PER LA POSA DEI CAVI IN TUBI**

##### **32.13.1 Requisiti di posa dei cavi**

Prima di procedere all'infilaggio dei cavi e dei fili, i tubi dovranno essere controllati per accertare che siano lisci, e non vi siano al loro interno corpi estranei, acqua e sbavature.

Per facilitare l'infilaggio dei cavi e dei fili nei tubi potranno essere impiegati del talco o degli appositi prodotti; la vaselina neutra non potrà essere impiegata.

L'infilaggio avverrà con la presenza di operatori in corrispondenza dell'ingresso, dei pozzetti e dell'uscita, questo per assicurare il buon procedimento dell'operazione. La posizione dei cavi nei pozzetti dovrà essere tale da intralciare il meno possibile i successivi ampliamenti.

I tubi per contenimento e protezione di cavi e fili potranno essere:

metallici

in cloruro di polivinile (PVC)

cemento e posati

in vista

in cunicolo

interrati, annegati in massello di calcestruzzo

sottotraccia

##### **32.14 REQUISITI, CRITERI E MODALITÀ PER LA POSA DEI CAVI DIRETTAMENTE INTERRATI O POSATI IN CUNICOLI RIEMPITI**

Questa tipologia di posa non è ammessa.



### **32.15 PROFONDITÀ DI POSA DI CAVI D'ENERGIA**

La profondità di posa di cavi di energia, di comando, di segnalazione e di controllo non dovrà essere in nessun caso inferiore ai valori sotto indicati, a meno che non sia diversamente previsto nei documenti di progetto e siano stati presi opportuni provvedimenti.

nei luoghi con pericolo di esplosione e d'incendio 60 cm

nelle aree non pavimentate 60 cm

nelle aree pavimentate dei luoghi non pericolosi 60 cm

negli attraversamenti di strade, piazzali e ferrovie 80 cm

per i cavi a M.T. 100 cm

### **32.16 PROFONDITÀ DI POSA DEI CONDUTTORI DI TERRA**

La profondità di posa dei conduttori di terra non dovrà essere in nessun caso inferiore a 50 cm a meno che non sia diversamente indicato e siano stati previsti opportuni provvedimenti protettivi.

### **32.17 CONDIZIONI PARTICOLARI DI POSA**

Nel caso di particolari condizioni di posa, i cavi dovranno essere posati come di seguito indicato:

#### **32.17.1 Attraversamenti stradali**

Negli attraversamenti di strade principali, piazzali e di ferrovie, i cavi dovranno essere protetti con tubi in PEad pesante o in acciaio, immersi in calcestruzzo "rosso" come indicato in precedenza.

Il massello così costituito dovrà avere una resistenza minima corrispondente al carico massimo trasmesso dal traffico previsto per la zona.

I cavi di potenza dovranno essere infilati uno per tubo e questo ultimo avrà un diametro interno non superiore a 1,5 volte il diametro esterno del cavo.

#### **32.17.2 Zone non pedonali**

Nelle zone non pedonali si dovrà preferire sempre posare i cavi in tubi.

#### **32.17.3 Aree pavimentate**

Nelle aree pavimentate e nell'attraversamento dei muri, i cavi dovranno essere protetti con tubi in acciaio in massello di calcestruzzo, oppure dovranno essere posati in cunicoli riempiti e muniti di lastre di copertura di colore "rosso" come indicato in precedenza, adatte a sopportare il massimo carico per il qual è prevista la pavimentazione.

Dovranno essere evitati gli attraversamenti di fondazione e altre strutture portanti se non specificatamente previsto nel progetto.



Dove i cunicoli saranno eseguiti in pavimentazione soggette a traffico pesante o saranno più lunghi di 1 m, si potranno eseguire muretti intermedi ed eventualmente impiegare delle lastre rinforzate. La posa dei cunicoli dovrà essere tale da impedire infiltrazioni continue di fluidi di processo o l'acqua. Le parti terminali dei cunicoli e dei masselli dovranno essere sigillate con compound plastico o altro attorno ai cavi e dovranno essere formate in modo da impedire che i cavi stessi vengano a contatto con gli spigoli vivi sia durante la posa sia dopo a causa di eventuali assestamenti.

### **32.18 DERIVAZIONI DAI PERCORSI PRINCIPALI E USCITE FUORI TERRA**

I cavi che si deriveranno da un percorso principale dovranno essere sempre protetti nel tratto interrato, con tubi; dove i cavi usciranno fuori terra, dovranno essere protetti con tubi fin ad almeno 0,30 m sul pavimento.

Per i conduttori di terra i tubi di protezione dovranno essere sempre in PVC pesante.

Tutti i tubi e i conduttori che usciranno dal terreno dovranno essere sigillati attorno ai cavi con compound plastico o altro.

I conduttori di terra non dovranno mai uscire fuori terra attraversando l'armatura di strutture in cemento armato.

### **32.19 INCROCI FRA CAVI ELETTRICI**

Quando uno o più cavi direttamente interrati si dovranno incrociare, tra i due dovrà essere posta una protezione contro i danneggiamenti meccanici per un tratto di 0,50 m oltre la zona di interferenza.

La distanza minima fra i cavi situati superiormente e quelli situati inferiormente dovrà essere di 0,20 m.

#### **32.19.1 Coesistenza fra cavi di energia e cavi di telecomunicazione**

Negli incroci, i cavi di energia dovranno essere di regola situati inferiormente; la distanza minima fra i cavi situati superiormente e quelli situati inferiormente dovrà essere di 30 cm.

I cavi posati superiormente dovranno essere infilati in tubi di acciaio o in tubi in PVC in massello di calcestruzzo per un tratto di almeno 1 m e comunque per un tratto di 50 cm oltre la zona di interferenza.

Nei parallelismi, i cavi di energia e i cavi di telecomunicazione dovranno essere tenuti ad una distanza minima di 30 cm.

Sarà ammesso di ridurre la distanza minima tra i cavi di energia e cavi di telecomunicazione a 15 cm quando i cavi posati alla minore profondità siano infilati in tubi; sarà ammesso ridurre la distanza



minima tra i cavi di energia e i cavi di telecomunicazione a meno di 15 cm quando sia i cavi di energia sia di telecomunicazione siano infilati in tubi.

### **32.19.2 Coesistenza tra cavi di energia e tubazioni o strutture metalliche interrate**

Gli incroci tra cavi di energia e le tubazioni metalliche interrate, non dovrà avvenire in corrispondenza di giunti non saldati dalle tubazioni stesse. La minima distanza fra le generatrici dei cavi di energia e quelle delle tubazioni metalliche non dovrà essere inferiore a 30 cm.

Inoltre tra cavi e tubazioni dovrà essere interposta una protezione dai danneggiamenti metallici.

Nei parallelismi, i cavi di energia e le tubazioni metalliche interrate, dovranno essere tenute ad una distanza minima di:

50 cm in caso di tubazioni contenenti fluidi infiammabili;

30 cm in caso di tubazioni contenenti altri fluidi.

### **32.20 ELENCHI DEI CAVI**

I singoli cavi necessari sono sommariamente indicati nella lista di dettaglio in progetto.

I cavi nei singoli edifici o impianti e quelli tra le stazioni vanno numerati in modo tale che dal numero risulti il tipo di cavo ed il luogo di posa. La lettera "P" (Power) sta per cavo d'energia; la lettera "C" (Control) sta per cavo di segnalazione e comando; la lettera "I" (Instrument) sta per cavo di misura.

### **32.21 SISTEMI DI SUPPORTO DEI CAVI**

#### **32.22 TUBI**

##### **32.22.1 Generalità**

Essi devono essere conformi alle norme CEI 23-25 e 23-26; sui disegni di progetto sono riportati, in corrispondenza ai tracciati dei percorsi principali indicati per le varie linee, il tipo e le dimensioni delle canalizzazioni protettive previste.

Ad integrazione e completamento di quanto la rappresentazione grafica consente di indicare si precisa quanto segue:

La posa sarà eseguita in modo ordinato secondo percorsi orizzontali o verticali, paralleli o perpendicolari a pareti e/o soffitti, senza tratti obliqui ed evitando incroci o accavallamenti non necessari.

Saranno evitate le giunzioni su tubi di tipo corrugato o di tipo flessibile o di diametro diverso.

Per le giunzioni fra tubazioni rigide e tubazioni flessibili saranno impiegati gli adatti raccordi previsti allo scopo dal costruttore del tubo flessibile. Il serraggio con clips strette con viti è ammesso solo sul lato tubo rigido e se non è abbassato il grado di protezione previsto per l'impianto.



In mancanza di indicazioni o prescrizioni diverse sulle tavole di progetto, nei locali umidi o bagnati o all'esterno canalette e tubazioni saranno in materiale isolante e tutti gli accessori per la messa in opera, quali mensole o staffe di sostegno per le canalette, morsetti di fissaggio per i tubi, saranno in materiale plastico o in acciaio inossidabile.

All'interno di detti locali le varie parti costituenti le canalette (tratti rettilinei, curve ecc.) saranno collegate fra loro mediante bulloni in nylon o in acciaio inossidabile.

Negli impianti in vista (generalmente stagni) l'ingresso di tubi in cassette, contenitori e canalette avverrà tramite adatto pressa tubo senza abbassare il grado di prestazione previsto.

Per consentire l'agevole infilaggio e sfilaggio dei conduttori il rapporto fra il diametro interno del tubo protettivo ed il diametro del fascio di cavi contenuti sarà almeno pari a:

1,4 per le linee luce, FM e simili;

1,6 per le linee telefoniche;

2,5 per i cavi coassiali di impianto TV ed altri impianti speciali.

Il diametro delle tubazioni non sarà comunque inferiore a quello riportato sui disegni di progetto; analogamente alle dimensioni delle canalette porta cavi non saranno inferiori a quelle riportate sui disegni e, salvo diversa indicazione o in assenza di dimensione, le canalette saranno dimensionate per portare i cavi su un unico strato; analogamente nei tratti rettilinei non sarà superata la lunghezza di 10 m senza l'interposizione di una cassetta rompi tratta.

### 32.22.2 Parallelismi e giunzioni

Più tubi affiancati dovranno essere fra loro paralleli. Gli interassi normali dovranno essere come sotto indicato:

interassi tra tubi d'acciaio zincato filettabile.

Grandezza del tubo	¾" - 1"	1 1/2" - 2"	3"	4"	5" - 6"
¾"	100 mm	110 mm	125 mm	150 mm	200 mm
1"	100 mm	110 mm	140 mm	180 mm	220 mm
1 1/2" - 2"		140 mm	165 mm	200 mm	240 mm
3"			185 mm	220 mm	260 mm
4"				230 mm	280 mm
5" - 6"					300 mm

I tubi di materiale plastico filettabile o d'acciaio zincato non filettabile, se incassati, potranno essere posati affiancati fino a contatto; mentre se a vista dovranno essere posati a distanza tale da consentire il singolo staffaggio di ogni tubo.

I giunti con manicotto o raccordi a tre pezzi su tubi paralleli dovranno essere sfalsati in modo da avere lo spazio necessario per un facile montaggio o smontaggio.



Nel caso in cui i tubi per esigenze di posa debbano essere allineati, si dovrà avere cura di usare interassi tali da consentire in ogni caso lo smontaggio del giunto.

Le giunzioni di barre di tubo d'acciaio zincato filettabile dovranno essere normalmente eseguite con manicotti UNI 339; con il manicotto avvitato a fondo non dovranno esserci sulle due canne filetti scoperti.

Non saranno ammessi giunti scorrevoli, in altre parole ottenuti avvitando tutto il manicotto sul tubo e svitandolo in seguito per avvitarlo per metà sulla testa della canna di proseguimento linea.

Le giunzioni fra canne e spezzoni di tubo in PVC pesante si dovranno eseguire a tenuta di liquidi impiegando gli appositi manicotti o raccordi.

Per il tubo in PVC leggero potranno essere consentite giunzioni a bicchiere.

### 32.22.3 Terminazioni dei tubi

I tubi che terminino liberi, dovranno avere una boccola terminale o dovranno essere scampanati per evitare che il cavo possa essere maneggiato dagli spigoli vivi e dalle sbavature.

### 32.22.4 Protezione delle filettature

Le filettature relative ad accoppiamenti tra componenti ferrosi (acciaio, ghisa) dovranno essere protetti con lubrificanti neutri.

Le filettature per accoppiamenti tra parti di alluminio e tra alluminio e componenti ferrosi, dovranno essere protetti con lubrificanti a base di zinco o grafite.

### 32.22.5 Curve e raggi di curvatura

Sempre allo scopo di facilitare l'infilaggio non saranno eseguite più di due curve, o comunque curve per più di 180° sulle tubazioni protettive senza l'interposizione di una cassetta di transito.

Nei tubi d'acciaio zincato, le curve dovranno essere realizzate in modo da non alterarne il diametro interno da non provocare incrinature.

I raggi di curvatura non dovranno essere inferiori ai seguenti:

Grandezza del tubo	Per cavi senza guaina di Piombo		Per cavi con guaina di Piombo	
	mm	inch.	mm	inch
3/4"	100	4"	150	6"
1"	125	5"	200	8"
1 1/2"	150	6"	275	11"
2"	250	10"	400	16"
3"	300	12"	525	21"
4"	600	24"	1000	40"
5"	750	30"	1275	50"
6"	900	36"	1550	61"



Le curve dovranno essere realizzate per piegatura diretta con macchina apposita.

Solo in casi particolari dove lo spazio a disposizione sia esiguo, i raggi di curvatura potranno essere ridotti del 20 % o dovranno essere usate curve stampate.

Fino a quattro tubi paralleli si dovranno eseguire curve concentriche, oltre ai quattro tubi si dovranno eseguire curve con lo stesso raggio;

Per i tubi d'acciaio di spessore 1 mm di norma si dovranno usare le curve stampate;

Per i tubi in materiale plastico filettabile tipo pesante le curve dovranno essere eseguite con raggio minimo uguale a quello dei tubi d'acciaio zincati di pari sezione;

Per i tubi in materiale plastico di tipo leggero è preferito l'uso di curve apposite.

Normalmente non si potranno eseguire sui tubi d'acciaio zincato curve per un totale maggiore di 270° per percorsi ininterrotti fino a 60 m; 120° per percorsi ininterrotti fino a 75 m.

Per percorsi più lunghi o con curve maggiori si dovranno usare, secondo il tipo d'installazione, gli opportuni accorgimenti qui di seguito elencati:

Quando nella lunghezza del tubo esistano curve in numero maggiore di quanto indicato, si dovrà ricorrere ai seguenti sistemi per consentire l'infilaggio del cavo.

#### **32.22.6 Requisiti di posa in vista dei tubi porta cavi**

I tubi porta cavi se orizzontali andranno posati a bolla e se verticali a piombo.

Per percorsi diversi si dovrà avere l'avvertenza di posare i tubi parallelamente a strutture e a carpenterie.

#### **32.22.7 Supportazione di tubi**

I tubi dovranno essere appoggiati, anche saltuariamente, ad un appoggio naturale o artificiale.

Sull'appoggio dovrà essere saldato, murato, imbullonato l'eventuale supporto atto a sostenere il tubo.

Il fissaggio vero e proprio del tubo dovrà essere la graffetta e relativo bullone, il collare ad U, il morsetto speciale per profilato, il collare di piatto di ferro e relativi bulloni.

Il fissaggio potrà, secondo i casi, essere ancorato al supporto o all'appoggio vero e proprio.

Per i tubi d'acciaio zincato il fissaggio dovrà essere previsto in un punto di supportazione; il successivo fissaggio dovrà essere ad una distanza non superiore a 3 m circa.

#### **32.22.8 Tubi su più strati**

Nella posa in vista del tubo d'acciaio zincato filettabile sarà consentita la posa su due piani paralleli.

Lo strato superiore dovrà essere ad una distanza minima di 120 mm dal massimo ingombro dello strato inferiore, in ogni caso sufficiente per consentire il montaggio di raccordi e manicotti.





Eventuali scatole avranno i coperchi accessibili e sistemati in posizione tale da consentire il facile infilaggio dei cavi.

Raccordi a tre pezzi

Sui tubi d'acciaio zincato filettabile, ogni 30 m circa in tratte rettilinee ininterrotte, dovrà essere interposto un raccordo del tipo compensatore di dilatazione o 30 cm di tubo flessibile.

I raccordi a tre pezzi di tipo normale dovranno essere inseriti in ogni punto ritenuto necessario per il montaggio e successivo smontaggio dell'impianto.

### **32.22.9 Requisiti di posa dei tubi-guaina flessibili**

Normalmente i tubi-guaina flessibili dovranno essere impiegati in impianti in tubo per il collegamento delle apparecchiature soggette a vibrazioni, o in ogni caso installate su strutture meccaniche.

### **32.22.10 Tubo rigido di PVC per impianti elettrici**

Esso sarà della serie pesante con grado di compressione minimo di 750 N conforme alle tabelle CEI-UNEL 37118 e alle norme CEI 23-8 e provvisto di marchio italiano di qualità (IMQ).

Potrà essere impiegato per la posa a pavimento (annegato nel massetto e ricoperto da almeno 15 mm di malta di cemento) oppure in vista (a parete, a soffitto, nel contro soffitto o sotto il pavimento sopraelevato).

Non è ammessa la posa interrata (anche se protetto da manto di calcestruzzo) o in vista in posizioni dove possa essere soggetto a urti, danneggiamenti ecc., (ad. es. ad un'altezza dal pavimento finito inferiore a 1,5 m).

Le giunzioni e i cambiamenti di direzione dei tubi potranno essere ottenuti sia impiegando rispettivamente manicotti e curve con estremità a bicchiere conformi alle citate norme e tabelle.

Sarà anche possibile eseguire i manicotti e le curve a caldo sul posto di posa.

Nel caso sia adottato il secondo metodo le giunzioni saranno eseguite in modo che le estremità siano sovrapposte per un tratto pari a circa 1 o 2 volte il diametro nominale del tubo e le curve in modo che il raggio di curvatura sia compreso fra 3 e 6 volte il diametro nominale del tubo.

Tubazioni e accessori avranno marchio IMQ.

Nella posa in vista la distanza fra due punti di fissaggio successivi non sarà superiore a 1 m, in ogni caso i tubi devono essere fissati in prossimità di ogni giunzione e sia prima sia dopo ogni cambiamento di direzione.

In questo tipo di posa, per il fissaggio saranno impiegati collari singoli in acciaio zincato e passivato con serraggio mediante viti trattate superficialmente contro la corrosione e rese imperdibili; oppure saranno impiegati collari c.s.d. in materiale isolante, oppure morsetti in materiale isolante sempre serrati con viti (i tipi con serraggio a scatto sono ammessi all'interno di contro soffitti, sotto pavimenti sopraelevati, in cunicoli o analoghi luoghi protetti):



Collari e morsetti saranno ancorati a parete o a soffitto mediante chiodi a sparo o viti e tasselli di plastica.

Nei locali umidi o bagnati e all'esterno, degli accessori di fissaggio descritti potranno essere impiegati solo quelli in materiale isolante, le viti saranno in acciaio nichelato o cadmiato o in ottone.

Nei casi in cui siano necessarie tubazioni di diametro maggiore a quelli contemplati dalle citate norme CEI 23-8, potranno essere impiegati tubi in PVC del tipo con giunti a bicchiere con spessore non inferiore a 3 mm per i quali siano stati eseguiti, a cura del costruttore, le prove previste dalle citate norme (resistenza allo schiacciamento, all'urto, alla fiamma, agli agenti chimici e d'isolamento) oppure tubi in PVC conformi alle norme UNI 7441-75-PN10.

Per la posa interrata saranno impiegati tubi in PVC conformi alle norme UNI 7441-75- PN16.

#### **32.22.11 Tubo flessibile di PVC serie pesante (corrugato)**

Esso sarà conforme alle norme CEI 23-14 e alle tabelle CEI-UNEL 37121/7° (serie pesante) in materiale auto estinguente, provvisto di marchio italiano di qualità.

Sarà impiegato esclusivamente per la posa sotto traccia a parete o a soffitto, curando che in tutti i punti sia ricoperto da almeno 20 mm d'intonaco, oppure entro pareti prefabbricate del tipo a sandwich. Non potrà essere impiegato nella posa in vista, o a pavimento, o interrata (anche se protetto da manto di calcestruzzo) e così pure non potranno essere eseguite giunzioni se non in corrispondenza di scatole o di cassette di derivazione.

I cambiamenti di direzione saranno eseguiti con curve ampie (raggio di curvatura compreso fra tre e sei volte il diametro nominale del tubo).

Avrà una resistenza allo schiacciamento non inferiore a 750 N secondo quanto previsto dalle norme CEI 23-25.

#### **32.22.12 Tubo flessibile con spirale rigida di PVC (guaina)**

Esso sarà in materiale auto estinguente e costituito da un tubo di plastica morbida, internamente liscio rinforzato da una spirale di sostegno in PVC. La spirale avrà caratteristiche (passo dell'elica, rigidità ecc.) tali da garantire l'inalterabilità della sezione anche per il raggio minimo di curvatura (raggio minimo = 2 x diametro interno) ed il ritorno alla sezione originale in caso di schiacciamento. Il campo di temperatura d'impianto si estenderà da -15 °C a +70 °C.

Per il collegamento a tubi di altro tipo, canalette, cassette di derivazione o di morsettiere dei motori, contenitori ecc. saranno impiegati esclusivamente raccordi previsti allo scopo dal costruttore e costituiti da: corpo (del raccordo), anello di tenuta, ghiera filettata di serraggio, controdado o manicotto filettato a seconda se il collegamento è con cassette, canalette o contenitori oppure con tubi filettati. Le estremità dei tubi flessibili non saranno bloccate con raccordi del tipo a clips serrate con viti.



Non è ammesso l'impiego di questo tipo di tubo all'interno dei locali con pericolo di esplosione o incendio.

Sarà una resistenza allo schiacciamento non inferiore a 350 N secondo quanto prescritto nelle norme CEI 23-14.

#### **32.22.13 Tubo flessibile con spirale di acciaio zincato (guaina)**

Esso sarà costituito da un tubo flessibile a spirale d'acciaio zincato a doppia aggraffatura, con rivestimento esterno in guaina morbida di PVC auto estinguente, con campo di temperatura di impiego da -15 °C a +80 °C.

La guaina esterna presenterà internamente delle nervature elicoidali in corrispondenza all'interconnessione fra le spire del tubo flessibile e ciò allo scopo di assicurare una perfetta aderenza ed evitare che si abbiano a verificare scorrimenti reciproci.

Per i collegamenti a tubi di altro tipo, canalette, cassette di derivazione o di morsettiere dei motori, contenitori ecc., saranno impiegati esclusivamente i raccordi metallici previsti allo scopo del costruttore e costituiti da: corpo (del raccordo), manicotto con filettatura stampata per protezione delle estremità taglienti e per la messa a terra, guarnizione conica, ghiera di serraggio e controdado o manicotto filettato a seconda se il collegamento è con cassette, canalette o contenitori oppure con tubi filettati.

In ogni caso non è ammesso bloccare le estremità del tubo flessibile con raccordi del tipo a clips serrate con viti.

#### **32.23 CASSETTE DI DERIVAZIONE PER IMPIANTI ELETTRICI**

Le cassette di derivazione per impianti elettrici, da utilizzare solo nei casi consentiti dalla Direzione Lavori

Le superfici metalliche delle cassette di giunzione dovranno essere adeguatamente protette contro la corrosione tramite un ciclo di trattamento chimico e successiva verniciatura avente dei requisiti ben determinati e di ottima qualità.

Esse potranno essere delle seguenti tipologie:

##### **32.23.1 Piccola cassetta di derivazione del tipo a parete**

Cassetta di giunzione del tipo a parete, per il contenimento di un massimo di 24 morsetti di dimensioni circa 380 x 380 mm, profondità 210 mm e con grado di protezione minimo IP 55.

Cassetta di tipo compatto, in lamiera d'acciaio con verniciatura a polveri in tinta RAL 7030, completa di:

Guida di fissaggio TS35

Morsetti nella quantità e nella sezione necessaria



Pressa cavi per cavo nella quantità e nella sezione necessaria, passo PG

Sistema di chiusura secondo quanto indicato nel capitolo "Sistemi di chiusura centralizzata"

Targhetta con i dati identificativi

Per il trattamento delle superfici esterne, si veda il capitolo "Trattamenti superficiali".

### **32.23.2 Media cassetta di derivazione del tipo a parete**

Cassetta di derivazione del tipo a parete, come la precedente, di dimensioni circa 600 x 380 mm, profondità 210 mm e con grado di protezione minimo IP 55, completa come indicato nella voce precedente.

Per il trattamento delle superfici esterne, si veda il capitolo "Trattamenti superficiali".

### **32.23.3 Casette di derivazione stagne da esterno di materiale plastico rinforzato con fibre di vetro**

Esse saranno in materiale plastico isolante auto estinguente rinforzato con fibra di vetro.

Nei locali umidi o bagnati è ammesso solo l'impiego del tipo di materiale isolante.

Saranno dotate di coperchio fissato con viti o con un sistema a ¼ di giro o equivalente.

Le viti saranno rese impermeabili, essere in acciaio inossidabile o in ottone o in ogni modo con trattamento superficiale contro la corrosione (cadmiatura, zinco cromatura, ecc.) Non sono ammesse viti di tipo autofilettante.

### **32.23.4 Pressa cavi**

Tutti i cavi che escono da scatole di giunzione, quadri elettrici in campo (non in sala quadri), tubi di supporto verso alimentazione o collegamento ausiliario di singola apparecchiatura dovranno essere dotati di pressa cavo.

I pressa cavi dovranno essere del tipo in ottone nichelato avente grado di protezione minimo IP 68 provato a 5 bar con GWDR nel campo di serraggio e saranno dotati di guarnizione multipla in neoprene.

Il campo di temperatura dovrà essere compreso tra -40 °C e +70 °C.

I pressa cavi accettati dalla Direzione Lavori avranno le seguenti dimensioni:

TAGLIA	SEZIONE
PG 7	3,0 - 6,5 mm
PG 9	4,0 - 10,0 mm
PG 11	5,0 - 10,0 mm
PG 13,5	6,0 - 12,0 mm
PG 16	10,0 - 14,0 mm
PG 21	13,0 - 18,0 mm
PG 29	18,0 - 25,0 mm



PG 36	22,0 - 32,0 mm
PG 42	30,0 - 38,0 mm
PG 48	34,0 - 44,0 mm

### 32.23.5 Montaggio delle cassette di derivazione

Esse saranno poste in opera in posizione tale da essere facilmente apribili ed ispezionabili curando in modo particolare che siano allineate fra loro e parallele a pareti, soffitti, e spigoli dei locali.

Saranno fissate a parete o soffitto con non meno di due viti.

Per quanto possibile si cercherà di unificare i tipi e dimensioni.

Tutte le tubazioni entreranno dai fianchi delle cassette.

L'ingresso avverrà attraverso i fori previsti dal costruttore e senza praticare allargamenti o produrre rotture sulle pareti.

Il numero delle tubazioni entranti o uscenti da ciascuna cassetta non sarà pertanto superiore a quello dei fori stessi.

Nelle cassette, ove è previsto, il taglio dei passa tubi di plastica morbida avverrà in modo che ne sia un foro circolare e non sia abbassato il grado di protezione.

Tali passa tubi saranno asportati per introdurre tubazioni di diametro superiore a quello previsto dal costruttore.

Le tubazioni sporgeranno all'interno della cassetta per circa 0,5 cm, le parti più sporgenti saranno tagliate prima dell'infilaggio dei cavi.

Setti di separazione fissi saranno previsti in quelle cassette cui fanno capo impianti con tensioni nominali diverse.

In nessun caso le cassette destinate all'impianto telefonico potranno essere utilizzate per qualche altro tipo di impianto.

Tutte le derivazioni e le giunzioni sui conduttori saranno eseguite entro le cassette; non è ammesso pertanto eseguirle nelle scatole di contenimento di prese, interruttori ecc. oppure entro gli apparecchi illuminati o nelle tubazioni protettive.

Le derivazioni saranno effettuate mediante morsettiere fisse oppure di tipo componibile montate su guida di tipo unificato.

Il serraggio dei conduttori sarà a vite con l'interposizione di una piastrina metallica.

Non sono ammessi collegamenti eseguiti con nastrature o con morsetti a cappuccio.

Tutte le cassette di derivazione saranno contrassegnate in modo chiaro con le sigle riportate più oltre. La siglatura sarà fatta impiegando timbri di tipo componibile costituiti da caratteri di almeno 10 mm di altezza ed impiegando inchiostro di tipo indelebile.

Le sigle saranno poste sulla superficie interna o su quella esterna del coperchio di ciascuna cassetta.

Solamente nel caso di cassette installate su pareti o superfici che sicuramente saranno tinteggiate; le altre saranno poste sulla superficie esterna.



Tutte le cassette di derivazione saranno contrassegnate in modo chiaro con le sigle riportate più oltre.

La siglatura sarà fatta impiegando timbri di tipo componibile costituiti da caratteri di almeno 10 mm di altezza ed impiegando inchiostro di tipo indelebile.

Le sigle saranno poste sulla superficie interna o su quella esterna del coperchio di ciascuna cassetta. Solamente nel caso di cassette installate su pareti o superfici che sicuramente saranno tinteggiate; le altre saranno poste sulla superficie esterna.

Cassette destinate a impianti e/o servizi diversi riporteranno le sigle di tutti gli impianti, le sigle saranno le seguenti:

Impianti	Sigla
circuiti di potenza a tensione nominale 230 VAC	
illuminazione (normale, privilegiata, di sicurezza, notturna ecc., 220 V c.a.)	LU
circuiti prese (a 220 V c.a.)	PR
circuiti di potenza a tensione nominale di 12 V c.a. oppure 24 V c.c.	
telefonico	TF
trasmissione dati	TD
fibra ottica	FO
interfonico	INT
citofonico	CIT
video citofonico	CTV
diffusione sonora	DS
amplificazione sonora	AS
ricerca persone voci radio	RP
antenna TV	TV
rivelazione fumo e incendio	FU
pesatura elettronica	WE

## 32.24 CANALETTE

### 32.24.1 Passerelle rettilinee reticolate, in fondini di acciaio saldati, con zincatura galvanica a caldo dopo lavorazione

I fianchi avranno un'altezza di almeno 50 mm e lo spessore non sarà inferiore a 1,5 mm.

Per la sospensione saranno impiegate, per quanto possibile, mensole ancorate sia a profilati fissati a soffitto, sia con tasselli direttamente a parete in modo da avere sempre un lato libero.

La distanza fra due sostegni non sarà superiore a 2 m e in ogni modo tale che la freccia d'inflessione non sia superiore a 5 mm.

La distanza della passerella dal soffitto o da un'altra sovrapposta sarà di almeno 20 cm.



Il collegamento fra due tratti avverrà mediante giunti di tipo telescopico o da incastro in modo da ottenere la perfetta continuità del piano di scorrimento dei cavi ed evitarne l'abrasione durante la posa oppure impiegando giunti ad angolo di tipo esterni e piastre coprigiunto interne.

Per eseguire cambiamenti di direzione, variazioni di quota, di larghezza, ecc., saranno impiegati gli accessori allo scopo previsti dal costruttore in modo da ridurre al minimo, e per dimostrata necessità, gli interventi quali tagli, piegature, ecc. In ogni caso gli spigoli che possono danneggiare i cavi saranno protetti con piastre terminali copri filo.

Per il collegamento delle varie parti saranno impiegati non meno di quattro bulloni di acciaio inox di tipo con testa tonda e larga posta all'interno della canaletta e muniti di rondella.

Nel caso fosse necessario il coperchio, questo sarà indicato di volta in volta nel computo metrico estimativo o nella specifica dei materiali e sarà asportabile per tutta la lunghezza anche in corrispondenza degli attraversamenti di pareti.

Nel prezzo dei sistemi di posa (passerelle portacavi, tubi, ecc.) sono compresi tutti i componenti e le strutture di fissaggio, ancoraggio e di appoggio (piastre, mensole, profilati, strutture particolari costruite appositamente, ecc.).

Tutti i componenti e le strutture di fissaggio, ancoraggio e di appoggio delle passerelle in acciaio inox devono essere in acciaio inox.

Disegni di dettaglio dei sistemi e delle strutture di appoggio e di ancoraggio con indicazione particolare delle quote, disposizioni, dimensioni d'ingombro, passaggi, forature, distanze, rinforzi, ecc.;

Relazione con verifica e calcolo statico dei sistemi e delle strutture di appoggio e di ancoraggio;

Documentazione dei componenti di fissaggio e di appoggio.

### **32.24.2 Materiale di supporto**

Tutte le passerelle, le canalette, le mensole, le staffe ed ogni accessorio dovranno essere in materiale non combustibile, stabile ed inerte e resistente alla corrosione o adeguatamente trattato contro la corrosione dovuta all'ambiente d'installazione.

Le modalità di esecuzione delle passerelle, canalette, mensole, staffe, ecc., dovranno essere indicate nella documentazione di progetto.

Le passerelle relative ai percorsi principali dei cavi; esse dovranno essere dimensionate almeno per:

50 kg/ m<sup>2</sup> di carico uniformemente distribuito;

80 kg di carico concentrato oltre al carico uniformemente distribuito, senza che la freccia superi 1/300 del passo di supporto.

I punti di sostegno delle passerelle o canalette sia quelli dei singoli cavi dovranno essere in quantità ed esecuzione adeguate al carico e alle sollecitazioni previste.



I sostegni dovranno essere fissati alle strutture metalliche o ai muri ma non alle scale di servizio per il personale; quando essi dovranno essere annegati in calcestruzzo, muratura o terreno, i materiali di sostegno dovranno essere adeguatamente protetti onde evitare corrosioni.

Le passerelle e le canalette e i cunicoli dovranno essere realizzati in modo che nei cambiamenti di direzione i cavi siano sostenuti e assumano raggi di curvatura non inferiore a quelli previsti.

Le passerelle e le canalette aperte e sovrapposte salvo diversamente indicato nei documenti di progetto, dovranno essere tenute ad una distanza tra loro dipendente dalla larghezza delle stesse e in ogni caso non inferiore ai valori seguenti:

Larghezza passerella canaletta	Distanza tra loro passerelle	
	da entrambi i lati	da un lato solo
1,00 m	0,60 m	0,80 m
da 0,61 a 1,00 m	0,40 m	0,60 m
da 0,46 a 0,60 m	0,30 m	0,40 m
da 0,31 a 0,45 m	0,25 m	0,30 m
fino a 0,30 m	0,25 m	0,25 m

### 32.25 DISPOSITIVI DI PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE

#### 32.26 CONDIZIONI GENERALI DI PROTEZIONE DEI CONDUTTORI

Il problema della protezione dai sovraccarichi e dai corto circuiti delle condutture è essenzialmente un problema tecnico, in quanto si devono limitare le correnti in modo tale che il conduttore non raggiunga, per effetto Joule, temperature tanto elevate da compromettere l'integrità e la durata dell'isolante.

Si distinguono tre casi ai quali corrispondono altrettante temperature massime ammissibili:

il regime permanente che può dare luogo a temperature che la conduttura deve sopportare per tempi indefiniti.

il regime di sovraccarico che può dare luogo a temperature che nel giro di qualche ora porterebbero al rapido deterioramento del cavo se non fossero interrotte tempestivamente.

il corto circuito dovrà essere invece interrotto in tempi brevissimi, dell'ordine di qualche centesimo di secondo, durante il quale si possono ammettere temperature maggiori.

I tempi di interruzioni delle sovracorrenti dovranno essere tali da ammettere una vita in esercizio ordinario della conduttura di 20 anni ed una perdita di vita pari a 1/1000 per ogni singolo sovraccarico o corto circuito.





### **32.27 CASI NEI QUALI PUÒ ESSERE OMESSA LA PROTEZIONE DAL SOVRACCARICO**

La norma indica i seguenti casi di possibile omissione della protezione del sovraccarico:

condutture che sono derivate da una conduttura principale protetta contro i sovraccarichi con dispositivo idoneo ed in grado di garantire la protezione anche delle condutture derivate.

condutture che alimentano utilizzatori che non possono dar luogo a correnti di sovraccarico, quali resistenze.

condutture che alimentano apparecchi con proprio dispositivo di protezione che garantiscono anche la protezione della conduttura di alimentazione.

condutture che alimentano motori quando la corrente assorbita dalla linea con rotore bloccato non supera la portata  $I_z$ .

conduttura che alimenta diverse derivazioni singolarmente protette contro i sovraccarichi, quando la somma delle correnti nominali dei dispositivi di protezione delle derivazioni non supera la portata  $I_z$  della conduttura principale.

condutture dei circuiti di telecomunicazione, segnalazione e simili.

### **32.28 CASI NEI QUALI SI RACCOMANDA DI NON PROTEGGERE DAL SOVRACCARICO**

La norma non fa esplicito divieto ma raccomanda l'omissione della protezione contro i sovraccarichi nei seguenti casi:

circuiti di eccitazione delle macchine rotanti.

circuiti di alimentazione degli elettro magneti.

circuiti secondari dei trasformatori di corrente.

circuiti che alimentano dispositivi di estinzione dell'incendio.

### **32.29 CONDIZIONI GENERALI DI PROTEZIONE DAL CORTO CIRCUITO**

Le condizioni generali per la protezione contro il corto circuito sono le seguenti:

l'apparecchio dovrà essere installato all'inizio della conduttura protetta, con una tolleranza di 3 m dal punto di origine (se non vi è pericolo d'incendio e se si prendono le ordinarie precauzioni atte a ridurre al minimo il rischio di c.to c.to).

l'apparecchio non dovrà avere corrente nominale inferiore alla corrente d'impiego.

l'apparecchio di protezione dovrà avere potere d'interruzione non inferiore alla corrente presunta di c.to c.to nel punto ove l'apparecchio stesso sarà installato.

l'apparecchio dovrà intervenire, in caso di c.to c.to che si potrà verificare in qualsiasi punto della linea protetta, con la tempestività al fine di evitare che gli isolanti assumano temperature eccessive.



### 32.30 VERIFICA DELL'INTEGRALE DI JOULE

Dovrà essere effettuata la verifica grafica dell'integrale di joule per tutti i casi più sfavorevoli; queste verifiche dovranno essere parte integrante della documentazione del "come costruito" finale.

### 32.31 DISPOSITIVI AUTOMATICI AD INTERRUTTORE

#### 32.31.1 Correnti di riferimento

Le caratteristiche di intervento degli interruttori automatici sono definite in funzione delle seguenti correnti di riferimento:

$I_n$  = Corrente nominale:

corrente assegnata dal costruttore e che l'interruttore è destinato a portare in servizio ininterrotto, alla temperatura ambiente di riferimento specificata (30 °C).

$I_{nf}$  = Corrente di non funzionamento:

massimo valore di sovra corrente che non determina l'intervento delle protezioni dell'interruttore entro il tempo convenzionale.

$I_f$  = Corrente di funzionamento:

minimo valore di sovra corrente che determina l'intervento certo delle protezioni dell'interruttore entro il tempo convenzionale.

$I_{m1}$  = minima sovra corrente che può determinare l'intervento delle protezioni elettro magnetiche.

$I_{m2}$  = minima sovra corrente che determina l'intervento certo delle protezioni elettro magnetiche.

#### 32.31.2 Caratteristiche d'intervento

La norma CEI EN 60898 (CEI 23-3; IV edizione) prevede tre tipi di caratteristica di intervento, differenziate tra loro dai valori minimo e massimo dell'intervento magnetico.

La tabella che segue riporta detti valori ed il relativo campo d'impiego:

Tipo	$I_{m1}$	$I_{m2}$	Impiego tipico
B	$3 I_n$	$5 I_n$	protezione di generatori e di grandi lunghezze di cavo
C	$5 I_n$	$10 I_n$	protezione di cavi e di impianti che alimentano apparecchi utilizzatori ordinari
D	$10 I_n$	$20 I_n$	protezione di cavi e di impianti che alimentano utilizzatori con elevate correnti di avviamento

### 32.32 DISPOSITIVI A FUSIBILE

#### 32.32.1 Classificazione

I fusibili si possono classificare in tre grandi gruppi:



fusibili in miniatura: destinati alla protezione di apparecchiature elettriche ed elettroniche; essi sono caratterizzati da bassi poteri d'interruzione e basse energie di c.to c.to; si classificano in ultra rapidi (FF), rapidi (F), semi ritardati (M), ritardati (T) e super ritardati (TT).

fusibili di uso generale: destinati alla protezione di linee; essi sono caratterizzati da un elevato potere d'interruzione, l'intervento è di tipo rapido in quanto non consente il permanere di sovraccarichi di oltre tre volte  $I_n$  per tempi superiori a qualche secondo.

fusibili per uso combinato: destinati alla protezione dal solo c.to c.to; trovano loro impiego nella combinazione con i relè termici per la protezione dei motori asincroni trifasi; essi sono caratterizzati da un elevato potere d'interruzione e da valori dell'integrale di joule molto ridotti.

### 32.32.2 Correnti di riferimento

Le caratteristiche di intervento dei fusibili sono definite in funzione delle seguenti correnti di riferimento:

$I_n$  = Corrente nominale:

corrente assegnata dal costruttore e che il fusibile è destinato a portare in servizio ininterrotto, alla temperatura ambiente di riferimento specificata (30 °C)

$I_{nf}$  = Corrente di non fusione:

massimo valore di sovra corrente che non determina l'intervento del fusibile entro il tempo convenzionale.

$I_r$  = Corrente convenzionale di fusione:

minimo valore di sovra corrente che determina l'intervento certo del fusibile entro il tempo convenzionale.

I valori nominali e convenzionali per le cartucce normalizzate " gl " sono sotto riportati.

Correnti nominali	$I_{nf} / I_n$	$I_r / I_n$	Tempo convenzionale
4 ÷ 10	1,5	1,9	1 h
12 ÷ 25	1,4	1,75	1 h
32 ÷ 63	1,3	1,6	1 h
80 ÷ 100	1,3	1,6	2 hh
125 ÷ 160	1,2	1,6	2 hh
200 ÷ 400	1,2	1,6	3 hh
500 ÷ 1000	1,2	1,6	4 hh

### 32.32.3 Caratteristica d'intervento

Per i fusibili, la caratteristica d'intervento, chiamata anche " tempo - corrente " è il diagramma (generalmente in scala logaritmica) che fornisce il valore del tempo "virtuale" d'interruzione in funzione della corrente interrotta presunta.



Il tempo " virtuale " coincide con il tempo reale e la corrente interrotta presunta con al corrente effettiva solo per bassi rapporti di sovraccarico, cioè fino a  $10 \div 12,5 I_n$ .

Per sovracorrenti di maggiore entità si hanno forti poteri limitatori, in modo tale che la corrente effettivamente interrotta è notevolmente minore della presunta ed il tempo virtuale è il rapporto tra  $I^2t$  e  $I^2cc$ ; ne consegue quindi che la caratteristica d'intervento e la caratteristica  $I^2t / I^2cc$  sono in genere ricavabili l'una dall'altra.

#### **32.32.4 Poteri d'interruzione e caratteristica $I^2t$**

La norma impone un potere d'interruzione minimo di 20 kA per i fusibili destinati alle applicazioni domestiche e similari e di 50 kA minimi per i tipi destinati alle applicazioni industriali.

Le caratteristiche  $I^2t$  assumono un andamento inverso, cioè tanto maggiore è la corrente di c.to c.to, tanto maggiore sarà l'effetto di limitazione dell'integrale di joule; per questa ragione la verifica di  $I^2t$  dovrà essere eseguita soltanto nell'ipotesi di c.to c.to nel punto terminale della condotta (Icc min).

#### **32.32.5 Condizioni generali di protezione dal sovraccarico**

I fusibili devono avere correnti nominali sensibilmente inferiori alla portata massima della linea da proteggere, poiché se si scegliesse un fusibile con corrente nominale pari alla portata massima  $I_z$ , si avrebbe l'intervento convenzionale per sovraccarico di  $1,6 \div 1,9 I_z$  e ciò significherebbe avere sovraccarichi termici sugli isolanti di  $2,6 \div 3,6$  volte maggiori di quelli ammessi.

Qualora in una condotta non siano prevedibili lievi sovraccarichi la condizione di protezione minima si realizzerà per  $I_n$  non superiore a  $1,45 I_z$ , cioè per correnti nominali del fusibile non superiore al  $76 \div 90 \%$  di  $I_z$ .

Se invece si prevedono lievi sovraccarichi e si voglia ottenere l'intervento non appena la corrente supererà la portata massima  $I_z$  della condotta, bisognerà scegliere fusibili con corrente nominale non superiore al  $55 \div 60 \%$  di  $I_z$ , che equivale a dire sfruttare il rame installato al  $55 \div 60 \%$ .

#### **32.32.6 Condizioni generali di protezione dal corto circuito**

I fusibili, come anzidetto, possiedono un comportamento critico per basse correnti di c.to c.to nel senso che potrebbero non interrompere tempestivamente consentendo un eccessivo riscaldamento del cavo.

Se il fusibile è dimensionato per proteggere il cavo dal sovraccarico, allora non si avranno correnti critiche e non occorrerà eseguire la verifica dell'integrale di Joule.

Se invece il fusibile è sovra dimensionato rispetto  $I_z$ , si dovrà verificare il suo comportamento in caso di c.to c.to nel punto terminale della linea.



### **32.33 APPARECCHIATURE ELETTRICHE**

#### **32.34 CASSETTE IN MATERIALE PLASTICO**

##### **32.34.1 Cassette**

Le cassette dovranno essere costruite in poli carbonato rinforzato con fibre di vetro.

Esse dovranno essere ad isolamento totale (doppio isolamento), con grado di protezione IP 65.

Le dimensioni dovranno essere modulari, vale a dire una multipla dell'altra, al fine di permettere la più ampia possibilità impiantistica.

L'aspetto esterno dovrà risultare gradevole, con la possibilità di avvicinare o sostituire i coperchi da opachi a trasparenti o viceversa.

L'assemblaggio delle cassette tra loro dovrà avvenire senza l'ausilio di utensili, semplicemente con l'inserimento degli appositi accessori.

Sul fondo delle cassette dovranno essere predisposti un certo numero di punti atti al fissaggio diretto delle apparecchiature, oppure di una piastra di spessore almeno 2 mm.

##### **32.34.2 Struttura**

La batteria di cassette, così assiemata dovrà essere fissata alla sommità di un telaio metallico, d'opportuna robustezza, munito di orecchie per il fissaggio diretto a muro e con piedi che arrivano fino a terra.

Il telaio dovrà necessariamente essere costruito in acciaio zincato a caldo dopo lavorazione, tenendo presente di praticare un certo numero di fori in modo che lo zinco possa arrivare in tutti i punti del telaio, esterni ed interni.

L'ultima fila di cassette in basso, sarà sempre adibita a morsettiera e sarà sempre con coperchi opachi.

Tutta la pulsantaria dovrà essere collocata sui coperchi, anche trasparenti; gli strumenti dovranno essere, se non con idoneo grado di protezione, collocati all'interno delle cassette e visibili attraverso i coperchi.

##### **32.34.3 Verniciature**

Non sono necessarie verniciature.

##### **32.34.4 Messa a terra**

Tutte le strutture metalliche all'interno dell'AS/ANS e le eventuali armature dei cavi provenienti dal campo, dovranno essere collegati alla rete di terra.



## **32.35 STRUMENTAZIONE**

### **32.36 NOTE GENERALI**

L'installatore dovrà, con la più aggiornata tecnica impiantistica, eseguire a regola d'arte l'impianto strumentale, consegnandolo alla Committente funzionale e funzionante, come sotto indicato:

Realizzazione di tutti i collegamenti elettrici, pneumatici e idraulici degli strumenti.

Taratura ed allineamento degli strumenti in campo ed a quadro secondo i dati forniti dai documenti di progetto costruttivo.

Tutto l'impianto di strumentazione dovrà essere realizzato con passerelle e conduit separati da quelli necessari per l'impianto luce e FM.

Questo criterio dovrà essere rispettato anche negli attraversamenti e nei cunicoli presenti nelle varie planimetrie.

I cavi di strumentazione dovranno avere un percorso separato dai cavi di potenza.

Tutte le passerelle dovranno essere coperte con relativo coperchio.

Ogni conduit a vista, passerella o strumento dovrà poter essere montato e/o smontato senza che questo comporti il danneggiamento dello stesso o di altra parte dell'impianto.

La manovra, le verifiche e la normale manutenzione di tutti gli strumenti o apparecchiature elettro - pneumatiche dovranno essere possibile senza l'uso di mezzi ausiliari (scale, ecc.) e non essere impedita da altre parti di impianto; gli strumenti dovranno essere ubicati in zone sicure per l'operatore.

Montaggio dei quadri, delle cassette e di tutti gli altri accessori necessari per una esecuzione a regola d'arte dell'impianto stesso.

Tutti i tubi o passerelle porta conduttori in vista dovranno essere fissati in modo sicuro, con graffette e supporti.

Per fissaggio degli stessi su pareti in muratura non sarà permesso l'uso di tasselli a sparo.

Tutti i tubi posati nelle strutture murarie dovranno essere installati prima della gettata.

Non saranno permesse scanalature nei manufatti.

Tutti i conduttori e le linee di alimentazione dovranno essere identificabili nei quadri, negli incroci e/o nelle derivazioni di percorso e sull'utilizzatore.

Tutte le linee di alimentazione dovranno essere posate rispettando le prescrizioni consigliate dai fornitori degli stessi.

I tubi porta cavi dovranno avere percorso più diritto possibile e le eventuali curve dovranno essere le più ampie possibili o saranno installate curve apribili.

I porta conduttori dovranno essere lavorati a perfetta regola d'arte sbavati alle estremità, tagliati a squadra, filettati con 7 filetti per parte, ecc.



Tutti gli strumenti, quadri locali e cassette di smistamento dovranno essere messi a terra tramite le piastrine già predisposte per l'impianto elettrico.

Ogni connessione sarà effettuata in modo da assicurare il contatto stabile e meccanicamente solido; pertanto si raccomanda l'uso di connettori a compressione e morsettiera adeguata.

Tutte le passerelle poste in verticale dovranno essere coperte per un'altezza di 2.500 mm da piano camminamento.

Non sono ammessi collegamenti elettrici o pneumatici sulle passerelle.

Ove si presentasse la necessità, dovranno essere installate cassette di derivazione.

Le cassette di distribuzione elettriche dovranno avere l'ingresso cavi dal basso e l'uscita laterale.

Per il cablaggio delle cassette di distribuzione elettriche dovranno essere previste delle canalette di smistamento cavi (sia in ingresso che in uscita) prima che questi si colleghino a morsettiera.

Tutte le morsettiere delle cassette pneumatiche ed elettriche dovranno essere opportunamente numerate.

Tutti i tubi o fili collegati alle morsettiere (elettriche o pneumatiche) delle cassette dovranno essere numerati nel modo seguente:

tubo o filo in arrivo n° di morsetto e n° di cavo;

tubo o filo in partenza n° di morsetto e denominazione dell'apparecchiatura o strumento collegato.

### **32.37 INSTALLAZIONE, MONTAGGIO E COLLEGAMENTO DELLA STRUMENTAZIONE**

#### **32.38 CASSETTE DI DERIVAZIONE PER STRUMENTAZIONE**

Le cassette di derivazione per i segnali di misura, tutte in esecuzione EMC certificata da VDE, potranno essere delle seguenti tipologie:

per giunzione fino a 24 morsetti, del tipo a parete

per giunzione da 25 fino a 96 morsetti, del tipo a parete

Le superfici metalliche delle cassette di giunzione dovranno essere adeguatamente protette contro la corrosione tramite un ciclo di trattamento chimico e successiva verniciatura avente dei requisiti ben determinati e di ottima qualità.

##### **32.38.1 Piccola cassetta di derivazione del tipo a parete**

Cassetta di giunzione EMC del tipo a parete, per il contenimento di un massimo di 24 morsetti di dimensioni circa 380 x 380 mm, profondità 210 mm e con grado di protezione minimo IP 55.

Cassetta di tipo compatto, in lamiera d'acciaio con superficie in Aluzink e verniciatura esterna a polveri in tinta RAL 7030, completa di:

guida di fissaggio TS35

due morsetti doppi di terra, isolati, sezione 4 mm<sup>2</sup>



tredecim morsetti doppi, isolati, sezione 2,5 mm<sup>2</sup>

un pressa cavo EMC per cavo di diametro 19 .. 28 mm, passo PG

dodici pressa cavi EMC per cavo di diametro 10 .. 14 mm, passo PG

sistema di chiusura secondo quanto indicato nel capitolo "Sistemi di chiusura centralizzata"

targhetta con i dati identificativi

Per il trattamento delle superfici esterne, si veda il capitolo "Trattamenti superficiali".

### **32.38.2 Media cassetta di derivazione del tipo a parete**

Cassetta di derivazione del tipo a parete, come la precedente, per il contenimento di un massimo di 96 morsetti, di dimensioni circa 600 x 380 mm, profondità 210 mm e con grado di protezione minimo IP 55.

Cassetta completa di:

Guida di fissaggio TS35.

Quattro morsetti doppi di terra, isolati, sezione 4 mm<sup>2</sup>.

Cinquanta morsetti doppi, isolati, sezione 2,5 mm<sup>2</sup>.

Quattro pressa cavi EMC per cavo di diametro 19 .. 28 mm, passo PG.

Fino a quarantotto pressa cavi EMC per cavo di diametro 10 .. 14 mm, passo PG.

Sistema di chiusura secondo quanto indicato nel capitolo "Sistemi di chiusura centralizzata"

Targhetta con i dati identificativi

Per il trattamento delle superfici esterne, si veda il capitolo "Trattamenti superficiali".

### **32.38.3 Pressa cavi**

Per i contenuti di questo sotto capitolo si veda il capitolo "Sistemi di supporto dei cavi"

## **32.39 NORMATIVE APPLICABILI**

### **32.40 NORME**

Oltre alle normative riportate nella documentazione relativa ad ogni singolo sistema, gli impianti dovranno essere rispondenti a tutte le norme vigenti; tutti gli oneri derivanti dall'ottemperanza a dette norme saranno a carico dell'Appaltatore.

La progettazione e l'installazione saranno conformi, fin quanto applicabili, alla presente descrizione e alle ultime edizioni delle norme, codici, direttive, standard e specifiche internazionali, europee e nazionali, se non modificati, emendati o esclusi da altri documenti.

Le norme pertinenti sono quelle vigenti in Italia.





### 32.40.1 Norme

In mancanza di normativa Italiana (UNI) ufficiale, saranno seguite le norme sotto elencate.

CEI	Comitato Elettrotecnico Italiano
EN	European Norm
ISO	International Organization for Standardization
IEC	International Electro technical Commission
ASTM	American Society for Testing and Materials
FEM	Fédération Européenne de la Manutention (Carroponte)
ISA	Instrument Society of America
DIN	Deutsches Institut für Normung
BS	British Standard
CEMEP	European Committee of Manufactures of Electrical and Power Electronics
CEN	Comitato Europeo di Normalizzazione
CENELEC	Comitato Europeo di Normalizzazione Elettrotecnica
CIE	Commission Internationale de l'Eclairage

Altre norme divergenti da quelle elencate sopra possono essere applicate nel caso in cui le norme citate non trovino applicazione (p. es.: norme sugli attacchi strumenti NPT, attacchi RJ, etc.).

Per forniture di provenienza estera, il fornitore specificherà le norme vigenti nei paesi di origine alle quali l'apparecchiatura è conforme.

### 32.40.2 Direttive e linee guida

Le direttive e le linee guida sotto elencate saranno da seguire da parte dell'Appaltatore:

PED	Pressure Equipment Directive (Druckgeräte-Richtlinie)
94/9/CE (ATEX)	Atmosfere Esplosive
I.S.P.E.L.S.	Linee guida

### 32.41 UNITÀ DI MISURA

Le unità di misura utilizzate per tutti gli elaborati tecnici saranno in accordo al sistema metrico internazionale (SI), secondo CNR-UNI 10003-74.

## 33 QUADRI ELETTRICI

### 33.1 CONDIZIONI AMBIENTALI

I quadri BT dovranno essere idonei a funzionare nelle seguenti condizioni:

- temperatura ambiente minima - 25°C;
- temperatura ambiente media giornaliera massima + 35°C;
- temperatura ambientale massima + 40°C;
- umidità ≤ 100%;
- altitudine d'installazione < 1000 mt s.l.m.

### 33.2 CARATTERISTICHE GENERALI QUADRI BT

I quadri dovranno essere realizzati con strutture e materiali atti a resistere alle sollecitazioni meccaniche, elettriche, termiche, oltre che ai fenomeni di corrosione derivanti dalle condizioni di servizio previste.

Tutti gli strumenti ed i materiali installati dovranno essere fissati con robusti supporti e sistemati razionalmente, mantenendo sempre un perfetto allineamento sia orizzontale che verticale.

Le parti attive dovranno essere ubicate e protette in modo tale che persone addestrate ed autorizzate possano effettuare, con quadro in tensione, le seguenti operazioni, senza pericolo di contatti diretti accidentali (non volontari):

- ispezione visiva dei dispositivi di manovra, regolazione, segnalazione, relè sganciatori ed altri apparecchi;
- regolazione e ripristino di relè a sganciatori;
- sostituzione di fusibili, lampade, ecc.;
- misure di tensione, corrente e localizzazione guasti eseguite con strumenti appositamente previsti ed isolati adeguatamente;
- allacciamento di cavi provenienti dall'esterno;
- rimozione per manutenzione dei componenti di ciascun circuito messo fuori tensione.

Per consentire le operazioni di cui sopra, dovranno essere previsti ripari sui componenti dei circuiti adiacenti che potrebbero accidentalmente essere toccati.

Le apparecchiature dovranno essere posizionate in modo da agevolare la lettura, le manovre e le operazioni di manutenzione.

I quadri a parete dovranno essere in materiale isolante, con accessibilità del fronte.

Tutti i componenti elettrici dovranno essere facilmente accessibili e manutenibili dal fronte mediante pannelli avvitati o incernierati.

Ove previsto, sul pannello anteriore dovranno essere previste feritoie per consentire il passaggio degli organi di comando.



Tutte le apparecchiature dovranno essere fissate su guide o su pannelli fissati su specifiche traverse di sostegno, mentre gli strumenti e lampade di segnalazione dovranno essere montate sui pannelli frontali.

Sul pannello frontale ogni apparecchiatura dovrà essere contrassegnata da targhette indicatrici che ne identifichino il servizio.

Tutte le parti metalliche del quadro saranno collegate a terra (in conformità a quanto prescritto dalla norma CEI EN 61439-1). Per quanto riguarda la struttura, è ritenuto sufficiente utilizzare viteria antiossidante con rondelle autoraffianti al momento dell'assemblaggio; per le piastre frontali è necessario assicurarsi che i sistemi di fissaggio comportino un'adeguata asportazione del rivestimento isolante.

I conduttori dovranno essere dimensionati per sopportare le sollecitazioni termiche e dinamiche corrispondenti ai valori della corrente nominale e per i valori delle correnti di corto circuito richiesti (il neutro dovrà avere sezioni minima pari al 50% di quella delle fasi).

Dovrà essere studiata altresì la possibilità di ammaraggio e collegamento elettrico di tutti i cavi entranti o uscenti dal quadro senza interposizione di morsettiere.

A tale riguardo, normalmente i cavi di alimentazione si attesteranno direttamente ai morsetti dell'interruttore generale, provvisto di appositi coprimorsetti, mentre non transiteranno in morsettiera i cavi uscenti con sezione superiore a 50 mm<sup>2</sup>.

Ove previsto, i conduttori, ausiliari e/o di potenza, dovranno potersi attestare a morsettiera componibili su guida, con diaframmi dove necessario, che saranno adatte, salvo diversa prescrizione, ad una sezione di cavo non inferiore a 6 mm<sup>2</sup>.

Il conduttore di protezione dovrà essere costituito da barra di rame o morsetti di terra dimensionati per sopportare le sollecitazioni termiche ed elettrodinamiche dovute alle correnti di guasto.

Per un calcolo preciso della sezione adatta è necessario fare riferimento alla norma CEI EN 61439.

I collegamenti ausiliari saranno realizzati con conduttori flessibili aventi tensione di isolamento pari a 3 kV e con le seguenti sezioni minime:

- 2,5 mm<sup>2</sup> per i T.A.;
- 1,5 mm<sup>2</sup> per i circuiti di comando e segnalazione.

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

È ammessa l'attestazione di due conduttori sotto lo stesso morsetto solamente sul lato interno del quadro.



I morsetti dovranno essere del tipo per cui la pressione di serraggio sia ottenuta tramite una lamella e non direttamente dalla vite. I conduttori dovranno essere riuniti a fasci entro canaline o sistemi analoghi con coperchio a scatto.

Tali sistemi dovranno consentire un inserimento di conduttori aggiuntivi in volume pari al 25% di quelli installati. Non è ammesso il fissaggio con adesivi.

### **33.3 SISTEMA DI SBARRE PRINCIPALI E SECONDARIE**

Ove previsto, il sistema di sbarre principali dovrà essere alloggiato nella parte superiore degli scomparti.

Le connessioni principali dovranno essere realizzate con barre di rame elettrolitico CU-ETP, dimensionate secondo i valori della tabella UNEL 01433-72.

Il sistema portabarre dei quadri dovrà essere dimensionato per le caratteristiche nominali specifiche dei quadri. La perfetta tenuta agli sforzi elettrodinamici dovrà essere dimostrata da prove, da calcoli secondo le normative vigenti.

Gli isolatori porta barre dovranno essere realizzati mediante elementi componibili del tipo a pettine, stampati in materiale isolante autoestinguente rinforzato con fibre di vetro, senza alogeni, ancorati alla struttura tramite supporti metallici con viti in materiale isolante.

Le giunzioni delle barre dovranno essere realizzate con sistemi di serraggio dotati di metodi antiassallentamento.

La sezione della barra di neutro sarà almeno il 50% di quella delle fasi.

### **33.4 PREDISPOSIZIONE INSTALLAZIONE APPARECCHIATURE**

L'installazione delle apparecchiature dovrà essere prevista sia nella parte anteriore che posteriore dello scomparto, a seconda della tipologia di quadro, sull'intera altezza e dovrà contenere le piastre e le parti fisse che supportano gli interruttori.

Sul fronte del quadro, ove previsto dagli elaborati progettuali, dovranno sporgere attraverso le mostrine montate sulle relative portelle o attraverso i pannelli sfenestrati le leve per il comando degli interruttori.

Tutti i materiali utilizzati nella costruzione dovranno avere caratteristiche idonee al luogo di installazione, ed alle condizioni di servizio e di trasporto; in generale dovrà essere massimizzato l'uso di materiali di serie normalizzati.

In particolare, si dovrà tenere conto:

- della distanza tra le parti in tensione e del livello di isolamento;
- del trattamento superficiale della bulloneria che sia zinco passivata e di classe 8.8;
- del trattamento e protezione delle parti metalliche.



### **33.5 NORME E CLASSIFICAZIONE**

I quadri devono essere conformi alle principali norme nazionali ed internazionali in vigore, in particolare alle CEI EN 61439 parti 1 e 2.

### **33.6 MESSA A TERRA**

Ogni quadro dovrà contenere una barra di terra in rame di sezione adeguata morsetto di terra da collegare al circuito di terra esterno. Ogni struttura dovrà essere direttamente collegata alla sbarra di terra/morsetto.

Ove necessario, le porte dovranno essere collegate alla struttura tramite una connessione flessibile in rame.

### **33.7 FORME DI SEGREGAZIONE**

I quadri dovranno essere costruiti con forma di segregazione non inferiore alla forma 2A secondo quanto indicato dalla norma CEI EN 61439-2. In particolare, tutte le unità funzionali dovranno essere separate dal sistema di sbarre e il grado di protezione a porta aperta non dovrà essere inferiore a IP20.

Tutte le apparecchiature ed il sistema di sbarre che a porte aperte possono venire a contatto con il personale manutentore devono essere segregate con materiali isolanti opportunamente forati per consentirne comunque una aerazione naturale alle apparecchiature stesse.

### **33.8 CONNESSIONI DI POTENZA**

I cavi di potenza di sezione superiore ai 6 mm<sup>2</sup> dovranno essere connessi direttamente ai codoli degli interruttori o delle apparecchiature.

Le uscite dei cavi di potenza e ausiliari dovranno essere previste preferibilmente dal basso del quadro elettrico.

Opportune staffe sulle fiancate dovranno garantire il sostegno ed il fissaggio dei cavi stessi.

### **33.9 MORSETTIERE**

Le morsettiere dovranno essere componibili con morsetti in melamina, comunque adatte per il fissaggio su regolo DIN.

I morsetti di potenza dovranno essere di una sezione superiore a quelle dei cavi in partenza. Tutti i morsetti per i circuiti ausiliari di comando e allarme saranno da minimo 2,5 mm<sup>2</sup>.



Le morsettiere dovranno essere distinte per cavi di potenza, cavi ausiliari, Digital Input (D/I), Digital Output (D/O), Analog input (A/I) ed Analog Output (A/O), e dovranno essere posizionate nella parte inferiore del quadro o lateralmente. A seconda dei fabbisogni si potranno utilizzare per i soli segnali morsetti su singolo piano, oppure doppi su due piani: questa necessità potrà essere utilizzata solo nel caso di consistente numero di morsetti e nel caso di spazi disponibili limitati.

I cablaggi per segnali A/I ed A/O, dalle relative schede alle morsettiere, dovranno essere eseguiti con cavi schermati.

### 33.10 TARGHE INDICATRICI

Dovranno essere utilizzate delle targhette in plexiglass serigrafato aventi la dicitura indicata nel disegno del fronte quadro, con il numero, il nome della relativa partenza.

Le targhette dovranno essere fissate sul fronte quadro e/o in prossimità della apparecchiatura stessa. Dovrà inoltre essere apposta sul fronte quadro una targa indicatrice riportante il nome del quadro stesso.

### 33.11 QUADRO QSC

All'interno dell'armadio portacontatore, dovrà essere installato il quadro di arrivo della fornitura BT, immediatamente a valle del contatore di proprietà dell'Ente Distributore, in modo che il cavo di collegamento dal contatore alla protezione generale non superi i 3 m di lunghezza come indicato dalla norma CEI 0-21.

Il quadro dovrà essere del tipo centralino in materiale plastico isolante autoestinguente, con portella trasparente per installazione a parete, dimensioni adeguate e grado di protezione IP65 – IK09, configurato con guide DIN, pannelli sfenestrati e completo di tutti gli accessori necessari per l'installazione.

All'interno del quadro dovranno essere installate le seguenti apparecchiature:

- dispositivo di protezione generale magnetotermico (DG secondo norma CEI 0-21) del tipo modulare, per uso industriale secondo CEI EN 60947-1/2, adatto ad installazione su guida DIN avente le seguenti caratteristiche:

a) tensione nominale	400 V;
b) corrente nominale	100 A
(Vedere calcoli e schemi elettrici unifilari);	
c) potere di interruzione	25 kA
(Vedere calcoli e schemi elettrici unifilari);	
d) numero poli protetti	4;
e) caratteristica di intervento	C.



Per garantire una facile individuazione delle manovre da compiere tutti i componenti elettrici, cavi e morsettiere sono contraddistinti da targhette di identificazione, che dovranno essere, per quanto non riportate sugli schemi di progetto, concordate con la Direzione Lavori.

Il quadro deve esser fornito montato e collaudato nei laboratori del costruttore, completo di certificazioni, verifiche termiche, prove strumentali di tenuta.

La fornitura comprende anche il collaudo funzionale.

Durante il funzionamento dell'impianto, nel periodo di garanzia, l'Appaltatore dovrà assicurare l'assistenza tecnica per qualsiasi problema o anomalia, senza pretendere alcun onere oltre a quello già previsto nel capitolato.

Gli oneri di assistenza tecnica, sia in fase di taratura, sia nel periodo di garanzia, sono a completo carico dell'Appaltatore

Per maggiori dettagli fare riferimento allo schema unifilare E-T-330-15-2 e alla relazione specialistica impianti elettrici E-R-330-05-2.

### **33.12 QUADRO QED**

All'interno del fabbricato serbatoio e rilancio dovrà essere previsto un quadro di distribuzione generale a parete, per l'alimentazione di:

- quadri comando pompe;
- quadro TLC;
- misuratore di portata;
- presa FM;
- illuminazione interna ed esterna fabbricato;
- ventilazione.

Il quadro dovrà essere del tipo centralino in materiale plastico isolante autoestinguente, con portella trasparente per installazione a parete, dimensioni adeguate e grado di protezione IP65 – IK09, configurato con guide DIN, pannelli sfenestrati e completo di tutti gli accessori necessari per l'installazione.

La portella del quadro dovrà inoltre prevedere opportuna serratura a chiave per garantire il sezionamento delle utenze alimentate ed impedire richiusure accidentali.

## Apparecchiature interne

Le principali apparecchiature montate all'interno del centralino, per le quali le tipologie per ogni singola unità e le quantità sono indicate nei relativi elaborati progettuali, saranno le seguenti:

- n° 1 interruttore di manovra/sezionatore generale di tipo modulare secondo norma CEI EN 60947-3, avente le seguenti caratteristiche:
 

a) tensione nominale	400 V;
b) tensione nominale di tenuta all'impulso	6 kV;
c) corrente nominale	125 A

(Vedere calcoli e schemi elettrici unifilari);

d) numero poli 4.
- n° 1 scaricatore di sovratensione per la protezione delle apparecchiature elettriche ed elettroniche installate all'interno ed a valle del quadro elettrico contro le sovratensioni transitorie e fulminazioni dirette, specifico per sistema di alimentazione TT, rispondente alla norma CEI EN 61643-11 ed avente le seguenti caratteristiche:
 

a) tipologia	tipo 1+2;
b) numero poli	3P+N;
c) configurazione	3+1 (CT2);
d) tensione nominale	230/400 V – 50 Hz;
e) corrente impulsiva I <sub>imp</sub> (10/350 µs) (L-N/N-PE)	12,5/50 kA;
f) corrente nominale di scarica I <sub>n</sub> (8/20 µs) (L-N/N-PE)	12,5/50 kA;
g) livello di protezione massimo U <sub>p</sub>	1,5 kV;
h) esecuzione	cartucce estraibili;
i) contatto segnalazione	presente;
j) installazione	su guida DIN.

L'SPD dovrà essere installato a valle dell'interruttore generale del quadro, ed a monte dei dispositivi differenziali a protezione delle partenze. Secondo quanto indicato dalla norma CEI 64-8/5, l'SPD dovrà pertanto essere installato conformemente al tipo di collegamento CT2 (configurazione 3+1).

Dovrà inoltre essere rispettata la prescrizione per cui la somma della lunghezza del percorso dei conduttori utilizzati dal conduttore attivo sino al morsetto di terra a cui sono collegati i PE delle apparecchiature da proteggere non sia superiore a 0,5 m, secondo quanto indicato al punto 534.4.8 della CEI 64-8/5.

I conduttori tra l'SPD ed il morsetto principale di messa a terra o il conduttore di protezione dovranno avere una sezione non inferiore a 16 mm<sup>2</sup>, mentre i conduttori di collegamento dell'SPD e dei dispositivi di protezione contro le sovracorrenti ai conduttori attivi dovranno avere caratteristiche nominali tali da sopportare la corrente di cortocircuito prevista ed avere una sezione non inferiore a 6 mm<sup>2</sup>.





Nel caso in cui quanto indicato dal costruttore dello scaricatore lo renda necessario, lo scaricatore dovrà essere protetto da opportuno sezionatore portafusibile dedicato 3P+N per installazione su guida DIN.

- n° 1 relè per la segnalazione di mancanza tensione delle tre fasi, con circuito di comando alimentato a 230 V ed 1 contatto NC, adatto a montaggio su guida DIN;
- n° 1 alimentatore modulare monofase per guida DIN alimentato a 230 V, tensione di uscita 24 Vdc, potenza in uscita 30 W;
- interruttori automatici magnetotermici di tipo modulare per uso industriale secondo CEI EN 60947-1/2, completi di blocco differenziale associato ove richiesto, adatti all'installazione su guida DIN e aventi le seguenti caratteristiche:

- a) tensione nominale 400 V;
- b) corrente nominale fino a xx A  
(Vedere calcoli e schemi elettrici unifilari);

- c) potere di interruzione a 400V fino a 15 kA Icu (considerando filiazione)
- d) potere di interruzione a 230V fino a 10 kA Icu (considerando filiazione)  
(Vedere calcoli e schemi elettrici unifilari);

- e) numero poli protetti 1+N / 2 / 3+N;
- f) caratteristica di intervento C;
- g) sensibilità protezione differenziale 30 / 300 mA;
- h) classe differenziale A / AC;
- i) temporizzazione scatto differenziale ist.;
- j) protezione contro gli scatti intempestivi (onda di corrente di prova 8/20 µs).

- interruttori differenziali puri di tipo modulare rispondenti alle norme CEI EN 61008-2-1 e 62423, adatti all'installazione su guida DIN e aventi le seguenti caratteristiche:

- a) tensione nominale 400 V;
- b) corrente nominale fino a xx A  
(Vedere calcoli e schemi elettrici unifilari);

- c) numero poli protetti 4;
- d) sensibilità protezione differenziale 30 / 300 mA;
- e) classe differenziale A / B  
(Vedere calcoli e schemi elettrici unifilari);

- f) temporizzazione scatto differenziale ist. / sel.  
(Vedere calcoli e schemi elettrici unifilari);

- g) protezione contro gli scatti intempestivi (onda di corrente di prova 8/20 µs).



Ove richiesto, i blocchi differenziali e/o differenziali puri dovranno essere accoppiati ad un dispositivo di riarmo automatico; il dispositivo dovrà essere rispondente alla norma CEI EN 63024 e presentare le seguenti caratteristiche:

- |   |                  |
|---|------------------|
| a) numero poli protetti   | 2 / 4;           |
| b) numero massimo di richiuse automatiche consecutive                             | 3;               |
| c) tempo di richiusura  | 10 s;            |
| d) resistenza nominale verso terra di non funzionamento                           | 2,5 k $\Omega$ ; |
| e) resistenza nominale verso terra di funzionamento                               | 5 k $\Omega$ ;   |
| h) controllo presenza guasto a terra;   |                  |
| i) blocco della richiusura in caso di guasto;                                     |                  |
| j) possibilità di inserimento/disinserimento della funzione di riarmo automatico; |                  |
| k) led per segnalazione locale funzionamento.                                     |                  |

Per garantire una facile individuazione delle manovre da compiere, tutti i componenti elettrici ed elettronici, cavi e morsettiere sono contraddistinti da targhette di identificazione, che dovranno essere, per quanto non riportate sugli schemi di progetto, concordate con la Direzione Lavori.

La fornitura di tutte le apparecchiature indicate al presente paragrafo, ed ogni adattamento che risultasse necessario al tipologico indicato nella documentazione progettuale, è da intendersi a carico dell'Appaltatore e compresa e compensata nell'importo forfettario del quadro.

Per maggiori dettagli fare riferimento allo schema unifilare E-T-330-15-2 e alla relazione specialistica impianti elettrici E-R-330-05-2.

### 33.13 QUADRO QTLC

**SERVIZIO:** tutto l'impianto

**QUANTITÀ:** 1

**DESCRIZIONE:**

Quadro di telecontrollo e regolazione composto da:

- Cassa in materiale isolante IP 54 minimo, dimensioni minime 800(L)x1000(H)mm dotata di piastra di fondo e portella cieca portastrumenti;
- Interruttore sezionatore generale monofase;
- Scaricatore di sovratensioni SPD di livello II con tensione residua di 1,2kV max;
- Presa di servizio UNEL/BIPASSO 16A;
- Porta fusibile 2P 32A 10X38



- Sistema di alimentazione 24 Vdc con UPS di backup autonomia minimo 30 minuti, Batterie ermetiche al piombo 12V-7Ah, convertitore DC/DC guida Din Input 16-40Vdc, Output singolo 12Vdc/0-9A;
- Modem router 4G MILESIGHT UR35;
- Sistema di automazione RTU Schneider electric ScadaPack 474;
- Separatori galvanici 0-20ma/4-20ma per loop di corrente
- Limitatori di sovratensione per segnali digitali ed analogici 10kA
- Switch Siemens XB008;
- Lettore di badge Schneider Electric XGCS49LB201
- Relè elettromeccanici;
- Morsetti di terra 4mmq, morsetti singoli 2,5mmq e morsetti doppi 4mmq
- Fusibili e protezioni per la distribuzione delle alimentazioni 24 Vdc;
- Morsettiera di appoggio divise per funzione (ingressi digitali, uscite digitali, analogiche, segnali, etc.)

Il quadro deve esser fornito montato e collaudato nei laboratori del costruttore, completo di certificazioni, verifiche termiche, prove strumentali di tenuta.

La fornitura comprende anche il collaudo funzionale in campo con le logiche programmate, le eventuali correzioni che la DL e la Stazione Appaltante riterranno necessarie durante il collaudo, la documentazione aggiornata di As-Built (da fornire sia in formato non editabile che in formato editabile negli standard condivisi con la Stazione Appaltante).

Il quadro di telecontrollo verrà configurato e programmato dalla Stazione Appaltante.

Il periodo di garanzia del sistema di automazione e supervisione dell'impianto (PLC ed inverter) è di 24 mesi a partire dalla data del verbale di ultimazione lavori.

Durante il funzionamento dell'impianto, nel periodo di garanzia, l'Appaltatore dovrà assicurare l'assistenza tecnica per qualsiasi problema o anomalia, senza pretendere alcun onere oltre a quello già previsto nel capitolato.

Durante la messa in funzione dell'impianto, la taratura della strumentazione, e le fasi di avviso della gestione automatica locale e della supervisione a distanza, l'Appaltatore dovrà fornire la necessaria assistenza tecnica in loco.

Gli oneri di assistenza tecnica, sia in fase di taratura, sia nel periodo di garanzia, sono a completo carico dell'Appaltatore.

Per maggiori dettagli fare riferimento a:

- schema elettrico unifilare E-T-330-30-2
- relazione specialistica impianti elettrici E-R-330-05-2
- elenco punti I/O E-R-330-05-2 allegato B
- descrizione logiche di funzionamento E-R-110-35

### 33.14 QUADRO QPLC

**SERVIZIO:** tutto l'impianto

**QUANTITÀ:** 1

**DESCRIZIONE:**

Quadro di automazione e regolazione composto da:

- Cassa in materiale isolante IP 54 minimo, dimensioni minime 800(L)x1000(H)mm dotata di piastra di fondo e portella cieca portastrumenti;
- Interruttore sezionatore generale monofase;
- Scaricatore di sovratensioni SPD di livello III con tensione residua di 1,2kV max;
- Sistema di alimentazione 24 Vdc con UPS di backup autonomia minimo 30 minuti;
- Sistema di automazione con controllore e schede di comunicazione e i/o serie S7-1200 Siemens;
- Touch panel a colori 12" serie Comfort Siemens TP1200;
- Relè elettromeccanici di interfaccia per le uscite del PLC con contatti SPD 16 A, 2 contatti in scambio, con diodi volano e indicatore led di stato, compreso azionamento per forzatura della chiusura;
- Fusibili e protezioni per la distribuzione delle alimentazioni 24 Vdc;
- Mrsettiere di appoggio divise per funzione (ingressi digitali, uscite digitali, analogiche, segnali, etc.)

Il quadro deve esser fornito montato e collaudato nei laboratori del costruttore, completo di certificazioni, verifiche termiche, prove strumentali di tenuta.

Il PLC e il sistema di interfaccia HMI dovranno essere programmati con le logiche e le grafiche preventivamente concordate con la Stazione Appaltante.

La fornitura comprende anche il collaudo funzionale in campo con le logiche programmate, le eventuali correzioni che la DL e la Stazione Appaltante riterranno necessarie durante il collaudo, la documentazione aggiornata di As-Built (da fornire sia in formato non editabile che in formato editabile negli standard condivisi con la Stazione Appaltante).

L'Appaltatore dovrà prevedere le attività di programmazione del PLC per le funzioni di automazione locale e per le funzioni di comunicazione con la RTU del quadro telecontrollo con relativo protocollo. Il programma (software) realizzato dovrà essere di tipo "aperto" e quindi non "proprietario", e non coperto da password di accesso, in modo che la Stazione Appaltante possa apportare modifiche in completa autonomia.



Pertanto, l'Appaltatore dovrà consegnare alla DL tutti i programmi usati (licenze) per la stesura del software applicativo che verrà installato, nonché i file "sorgenti" comprendente tutto il programma residente nel PLC.

Il pannello operatore dovrà disporre di tasti funzione assegnabili per funzioni di applicazione (es. avvio ciclo contro lavaggio) e poter prevedere la personalizzazione ed impostazione dei parametri visualizzati.

Il periodo di garanzia del sistema di automazione e supervisione dell'impianto (PLC ed inverter) è di 24 mesi a partire dalla data del verbale di ultimazione lavori.

Durante il funzionamento dell'impianto, nel periodo di garanzia, l'Appaltatore dovrà assicurare l'assistenza tecnica per qualsiasi problema o anomalia di funzionamento e, se si dovesse verificare che la logica automatica locale necessiti di modifiche per una migliore ottimizzazione della gestione, la ditta appaltatrice dovrà apportare le suddette modifiche al programma (software) richieste dalla Stazione Appaltante, senza pretendere alcun onere oltre a quello già previsto nel capitolato.

Durante la messa in funzione dell'impianto, la taratura della strumentazione, e le fasi di avvio della gestione automatica locale e della supervisione a distanza, l'Appaltatore dovrà fornire la necessaria assistenza tecnica in loco.

Gli oneri di assistenza tecnica, sia in fase di taratura, sia nel periodo di garanzia, sono a completo carico dell'Appaltatore.

Per maggiori dettagli fare riferimento a:

- schema elettrico unifilare E-T-330-25-1
- relazione specialistica impianti elettrici E-R-330-05-2
- elenco punti I/O E-R-330-05-2 allegato B
- descrizione logiche di funzionamento E-R-110-35

### 33.15 QUADRO EV1-2 TIPICO

**SERVIZIO:** Filtrazione dual media, Accumulo finale e disinfezione

**QUANTITÀ:** 2

**DESCRIZIONE:**

Dovranno essere realizzati e forniti due quadri elettropneumatici per il comando e controllo delle valvole pneumatiche di gestione dell'impianto:

- QEV1 / 2: quadri per il controllo delle valvole pneumatiche dei filtri a sabbia e carbone

I quadri dovranno essere realizzati come da schema tipico di progetto e conferranno sia la parte elettrica che elettropneumatica:

- Sezionatore con rimando a portina [QEV1-2];



- Protezioni e alimentatore DC per il gruppo elettropneumatico [QEV1-2];
- Gruppo elettropneumatico con comunicazione MODBUS-TCP marca BURKERT (o similare) con elettrovalvole pneumatiche e moduli ingresso digitale per il collegamento dei finecorsa delle valvole [QEV1-2];
- Regolatore di pressione aria servizi [QEV1-2];
- Collegamenti elettrici e pneumatici, compresi filtri aria esausta, silenziatori, connettori per tubi rilsan, etc. [QEV1-2];
- Morsettiera di appoggio per entra esci di alimentazione monofase, segnali da ciascun modulo di input digitale [QEV1-2];
- Cassetta di terminazione per presa RJ45 femmina per collegamento Modbus TCP di rete [QEV1-2].

Ogni quadro sarà realizzato in cassa metallica con controporta e porta trasparente, dimensioni minime 600x800mm, o comunque di dimensioni adeguate all'installazione di tutti gli apparecchi indicati a schema.

Il modulo "intelligente" elettropneumatico [QEV1-2], dovrà avere necessariamente testa di connessione MODBUS-TCP per consentire l'integrazione nel progetto di automazione. Inoltre dovrà avere il numero di elettrovalvole interconnesse come da necessità di impianto e scheda di ingressi digitali per l'acquisizione dei seguenti segnali:

- Pressostato di mancanza aria di rete (a valle del regolatore);
- Presenza tensione al quadro (a valle dell'alimentatore DC);
- Due finecorsa per ciascuna valvola in campo (stato aperto e chiuso);
- Almeno 6 ingressi digitali liberi.

I quadri [QEV1-2] saranno alimentati da una linea entra/esci direttamente da QED, mentre il controllo avverrà mediante comunicazione ethernet e protocollo Modbus TCP direttamente dal quadro filtri (quadro package) B1-FS-101.

Le testine elettrovalvola avranno il comando locale di forzatura. Il modello corretto (numero di vie, portata, pressione, ecc.) dovrà essere scelto in base alle caratteristiche delle valvole pneumatiche da comandare.

Per considerare la fornitura completa e confacente le prescrizioni progettuali, l'installatore dovrà:

- Realizzare schema costruttivo e relativo dimensionamento della dimensione della cassa considerando gli effetti termici e i materiali scelti;
- Far approvare alla Direzione Lavori lo schema costruttivo prima dell'approvvigionamento e conseguente montaggio/installazione dei materiali;
- Rilasciare schema aggiornato di as built del quadro, nelle versioni stampate (da allegare al quadro elettrico), elettronica non editabile, ed infine elettronica-editabile in formato compatibile con le richieste della Stazione Appaltante (solitamente .dwg o .dxf);



- Rilasciare certificazione del quadro, soprattutto inerente la capacità di dissipazione termica, tenendo in considerazione l'installazione all'aperto senza schermature;
- Fornire alla Direzione Lavori e alla Stazione Appaltante, prima della fornitura del quadro approvato, l'elenco dei registri e delle configurazioni del protocollo per consentire l'implementazione nel software di processo;
- Eseguire le verifiche di primo impianto da riportare anche nella DICO (verifiche a vista, verifiche strumentali sui differenziali, prove di continuità del PE, etc.).

Per maggiori dettagli fare riferimento a:

- -schema elettrico unifilare E-T-330-50-2
- -relazione specialistica impianti elettrici E-R-330-05-2
- -elenco punti I/O E-R-330-05-2 allegato B
- -descrizione logiche di funzionamento E-R-110-35



## 34 CAVIDOTTI INTERRATI

---

### 34.1 IDENTIFICAZIONE DELLE TUBAZIONI

Tutti i tubi sono identificati per mezzo di una marcatura a getto d'inchiostro applicata direttamente sulla superficie del tubo sia in rotoli che in barre ad intervalli di 2 metri.

La marcatura conforme alla Normativa CEI EN 50086-1 riporta i seguenti dati:

il nome del produttore;

il codice interno del prodotto;

la data di produzione;

l'ora di produzione,

il diametro nominale;

la scritta IEMMEQU;

la lettera N, (tipo normale).

### 34.2 PROPRIETÀ MECCANICHE

Le caratteristiche meccaniche più di rilievo per cavidotto sono:

la resistenza allo schiacciamento;

la resistenza agli urti

La prima di queste caratteristiche è la più importante; perché il tubo viene interrato e di conseguenza sottoposto al carico statico sovrastante. La seconda rappresenta la sollecitudine accidentali dovute alle pietre presenti nel terreno che cadono sulla superficie del manufatto durante la fase di interramento. Per questo è opportuno che lo strato di terreno adiacente al cavidotto sia privo di sassi aventi un diametro superiore a 80-100 mm.

La resistenza allo schiacciamento secondo le norme CEI 23-29 (1989)

Per cavidotti in PVC rigido > 750N (da usare per polifere)

Per cavidotti in PEAD con tubo corrugato esterno e tubo liscio interno >450N con deformazione interna pari al 5% del diametro (da usare per collegamenti a pali elettrici e sbocco in canaline esterne).

Resistenza all'urto

La verifica deve essere eseguita con riferimento alla Normativa italiana CEI EN 50086-1 con variante CEI EN 50086-2-4.

### 34.3 CLASSIFICAZIONE DEGLI SCAVI

Nella realizzazione della rete di cavidotti è di fondamentale importanza stabilire quale tipo di scavo utilizzare.





La scelta dello scavo è strettamente legata alla natura del terreno e da ciò è possibile risalire alle sollecitazioni indotte dal terreno al cavidotto.

#### **34.3.1 Trincea stretta**

È la miglior sistemazione nella quale collocare un cavidotto, in quanto una parte del carico sovrastante si scarica sulle pareti dello scavo.

Questo tipo di scavo deve essere impiegato il più possibile e compatibilmente con la natura del terreno, in caso di profondità superiori a 1,5 m si renderà necessaria l'armatura dello scavo.

##### **34.3.1.1 Profondità della trincea**

La profondità della trincea è legata alla natura del terreno e ai carichi che gravano sul cavidotto. Per esempio è impensabile realizzare una trincea in un terreno costituito da sabbia e ghiaia mentre risulta poco corretto effettuare uno scavo con trincea larga in un terreno di tipo argilloso.

Nel caso di carichi esterni che gravano sul cavidotto risulta importante la profondità dello scavo; infatti con l'aumentare della profondità diminuisce sensibilmente il carico per unità di lunghezza che grava sul cavidotto.

Al riguardo deve essere determinata la massima profondità di uno scavo verticale senza che il terreno collassi e profondità ottimali di posa del cavidotto nel caso di carichi esterni dovuti al traffico stradale.

##### **34.3.1.2 Larghezza della trincea**

È determinata dalla profondità di posa e dalla lunghezza del cavidotto, dovendo essere tale da consentire la sistemazione del fondo, il collegamento dei cavidotti con i manicotti di guarnizione e naturalmente consentire l'agibilità al personale. In ogni caso la trincea è tanto più efficace quanto minore è la sua larghezza.

Nel caso sia necessario oltre alle suddette indicazioni considerate, anche la larghezza delle selle o rinfiango totale del calcestruzzo.

##### **34.3.1.3 Fondo della trincea**

È costituito da materiale di riporto, normalmente sabbia in modo da costituire un supporto continuo e piano al cavidotto.

#### **34.4 LETTO DI POSA E RINFIANCO**

Il letto di posa sarà realizzato in cls dosato a 200kg di cemento, almeno 10 cm di spessore, con interposta rete elettrosaldata  $\phi$  6mm, in modo da costituire un supporto continuo e piano al cavidotto.



Il letto di posa deve essere accuratamente compatto in modo da permettere una uniforme ripartizione dei carichi lungo la condotta, tutte le tubazioni da posare nel depuratore sono completamente rivestite con cls gettato contro le pareti dello scavo, classe Rck 200 e da una soletta continua di ripartizione in cemento armato avente spessore minimo di 10 cm dalla generatrice superiore dell'ultimo tubo.

Le tubazioni dovranno essere sfilate con adeguate selle distanziali posate ad interasse di 3m.

### **34.5 RIEMPIMENTO DELLO SCAVO**

Il riempimento della trincea di tutti i tipi di scavo è l'operazione più importante per la posa dei cavidotti. Infatti deve essere eseguita correttamente per poter realizzare una perfetta interazione tra il cavidotto e il terreno e permettere quindi al cavidotto di reagire alle deformazioni del terreno causate sia dal suo assestamento che dei carichi che gravano sullo scavo.

Per gli strati di spessore pari a 30 cm si utilizza il materiale proveniente dallo scavo, depurato dalle pietre di diametro superiore a 10 cm e dai frammenti vegetali.

La compattazione degli strati deve sempre essere eseguita con la massima attenzione, avendo cura di eliminare i materiali difficilmente comprimibili.



### **35 POZZETTI PER CAVIDOTTI**

---

I pozzetti posti sulle linee di cavidotti sono di norma costituiti con elementi in calcestruzzo prefabbricati aventi dimensioni interne in funzione delle dimensioni delle polifere salva esigenze particolari, nel qual caso la Direzione dei Lavori richiederà le dimensioni da adottare; le solette dovranno essere opportunamente dimensionate per resistere ai carichi di prima categoria. I pozzetti dovranno essere determinati per evitare accumulo di acque piovane all'interno dei cavidotti; per tratte di naturale sviluppo ove possibile, si provvederà a collegamenti con tombinatura stradali o reti di acque bianche.

I chiusini di accesso ai pozzetti in ghisa sferoidali nel rispetto delle specifiche di capitolato già descritte.

## 36 NORME TECNICHE GENERALI RIGUARDANTI L'APPALTO

### 36.1 MODALITÀ DI POSA DELLE TUBAZIONI

#### 36.1.1 Tubazioni in vista

Per la formazione degli impianti in vista, dovranno essere usate unicamente tubazioni adatte a tale impiego (PVC rigido o acciaio zincato), quindi non sarà assolutamente consentito posare in vista tubazioni flessibile.

Le tubazioni rigide dovranno essere fissate alle strutture mediante tasselli e collari di fissaggio.

I tasselli dovranno essere realizzati mediante foratura e introduzione di corpo ad espansione in materiale metallico, nel caso di muratura, o mediante filettatura nel caso di strutture metalliche.

I collari per le tubazioni in PVC dovranno essere realizzati in materiale plastico per impiego all'esterno, resistente ai raggi ultravioletti ed agli agenti atmosferici, mentre quelli per le tubazioni metalliche dovranno essere realizzati in acciaio zincato.

La distanza fra due guanti di fissaggio dovrà essere tale da rendere sicuro ed indeformabile il percorso delle tubazioni e comunque dovrà rispondere almeno a quanto previsto dalle Norme CEI.

Non sarà comunque ammesso fissare più tubazioni ad un unico tassello.

Inoltre non sarà ammesso, in nessun caso, l'impiego di curve stampate a due o più pezzi e l'impiego di derivazioni a T.

Tutte le curve dovranno essere eseguite con largo raggio (in relazione anche alla flessibilità dei cavi contenuti), mediante l'impiego di apposite macchine piegatubi.

Le derivazioni dovranno essere eseguite solamente mediante l'impegno di cassette di derivazione e morsetti.

L'ingresso dei tubi nelle cassette di derivazione dovrà essere realizzato unicamente mediante l'impiego di appositi raccordi, anche per garantire l'eventuale grado di protezione richiesto dall'ambiente.

#### 36.1.2 Tubazioni incassate

Per la realizzazione degli impianti incassati dovranno essere utilizzate unicamente tubazioni previste nel presente capitolato.

Le tubazioni dovranno essere posate in modo ordinato, nelle tracce predisposte entro le strutture; Le tracce dovranno essere realizzate seguendo le linee orizzontali e verticali dell'ambiente. Non saranno quindi ammesse tubazioni poste diagonalmente alle pareti ed ai pavimenti né tracce con percorsi orizzontali incassati posti al di sotto di due metri e mezzo dal pavimento.

La profondità di posa delle tubazioni dovrà essere sempre tale da evitare qualsiasi danneggiamento dei conduttori all'infissione nelle pareti di piccoli oggetti.



### **36.1.3 Tubazioni interrate**

Per la realizzazione degli impianti interrati o posati generalmente nel sottofondo dei pavimenti ai piani cantinato o similari, quando questi ultimi rappresentano il livello inferiore del fabbricato, dovranno essere utilizzate unicamente tubazioni previste nel presente capitolato alla voce "cavidotti".

Le tubazioni dovranno essere posate entro scavi realizzati nel terreno; la profondità di posa dovrà essere almeno di 50 cm. dal filo del terreno, per garantire la protezione delle infissioni accidentali.

Qualora, per condizioni particolari di posa, tale profondità risultasse particolarmente difficoltosa da raggiungere, saranno di volta in volta definite dalla Direzione dei Lavori condizioni specifiche di installazione.

Ogni singolo tratto di tubo andrà unito al successivo mediante collante, per garantire la perfetta tenuta all'acqua e all'umidità; tale operazione andrà eseguita anche per i raccordi ai pozzetti.

Inoltre, per garantire un sicuro infilaggio dei cavi, si dovranno posare adeguati pozzetti rompitratta; la distanza tra i pozzetti dovrà essere in funzione della natura dei cavi da infilare.

In linea di massima, tranne dove espressamente precisato, la distanza massima tra i pozzetti resta così stabilita:

ogni 20÷30 metri se in percorso rettilineo

ogni 10÷15 metri se con interposta una curva.

Comunque, in ogni caso, in corrispondenza di ogni derivazione della dorsale principale, andrà installato il relativo pozzetto.

### **36.1.4 Passerelle portacavi**

Per la posa delle passerelle dovranno essere impiegati adeguati supporti, realizzati o con profilati per ancoraggio a parete o con piastre completate di profilati per fissaggio a soffitto.

Il tipo di supporto dovrà essere scelto secondo le caratteristiche dell'ambiente e, in ogni caso, dovrà essere di tipo zincato come le passerelle.

Il numero e la distanza dei supporti dovrà essere calcolato in modo tale che la passerella, dopo il caricamento, non subisca curvature apprezzabili e che la struttura risulti adeguatamente ancorata, anche in caso di aumento del 100% dei carichi previsti.

## **36.2 SCATOLE, CASSETTE DI DERIVAZIONE E POZZETTI**

### **36.2.1 Generalità**

Nella realizzazione dell'impianto in oggetto, dovranno essere utilizzate scatole e/o cassette fabbricate da primaria casa costruttrice.

Inoltre, indipendentemente da quanto indicato nei disegni e nell'elenco materiali, la Ditta installatrice dovrà segnalare tempestivamente alla Direzione dei Lavori e modificare di conseguenza



ogni caso in cui, per modificare sopravvenute, per aumento delle linee o delle tubazioni, ecc., le dimensioni delle cassette previste non rispondano più alle esigenze dell'impianto.

### **36.2.2 Cassette di derivazione per impianti incassati**

esecuzione rettangolare o quadrata  
corpo e coperchio in polistirolo antifurto  
coperchio fissato con viti  
anello di rinforzo superiore  
supporti in materiale plastico predisposti per il fissaggio dei coperchio  
coperchio di chiusura in materiale plastico antifurto di colore bianco o avorio fissato con viti  
imbocchi mediante sfondamento del setto predisposto  
rispondenza alle norme CEI  
rispondenza alle tabelle UNEL.

### **36.2.3 Cassette per impianti a vista con tubazioni in PVC**

esecuzione rettangolare o quadrata  
corpo e coperchio in lega di materiale termoplastico autoestinguente o in policarbonato  
coperchio fissato con viti  
ottima resistenza agli urti  
ottima resistenza agli agenti chimici ed atmosferici  
ottima resistenza al calore  
guide predisposte per il fissaggio sul fondo di accessori e/o morsettiere  
imbocchi con pressacavi in materiale isolante, oppure a cono in dipendenza del diametro dei cavi e/o dei tubi  
caratteristiche di doppio isolamento  
grado di protezione minimo IP55  
rispondenza alle norme CEI  
rispondenza alle tabelle UNEL.

### **36.2.4 Cassette per impianti a vista con tubazioni in acciaio zincato**

Tutte le cassette utilizzate per la realizzazione degli impianti in esecuzione a vista con tubazioni in acciaio zincato, dovranno rispondere alle seguenti caratteristiche:  
esecuzione rettangolare, quadrata o tonda  
corpo in lega leggera pressofusa  
coperchio in lega leggera pressofusa completo di guarnizione di tenuta e viti di fissaggio  
trattamento speciale anticorrosivo  
attacchi predisposti sul fondo per il fissaggio di accessori e/o morsettiere



morsetto per il collegamento di terra del corpo  
ingresso cavi e/o tubazioni attraverso pressacavi o muffole  
grado di protezione minimo IP54 o IP55 secondo le esigenze  
rispondenza alle norme CEI  
rispondenza alle tabelle UNEL.

### **36.3 MODALITÀ DI POSA DELLE SCATOLE, CASSETTE E POZZETTI**

#### **36.3.1 Generalità**

Le scatole, le cassette ed i pozzetti dovranno essere impiegati ogni volta che andrà eseguita una derivazione od uno smistamento di conduttori, nonché tutte le volte che lo richiedano le dimensioni, la forma e la lunghezza di una tubazione.

Nelle cassette di derivazione, i conduttori potranno anche transitare senza essere interrotti ma, se per le caratteristiche dell'impianto dovranno essere giuntati, ogni connessione dovrà essere eseguita unicamente mediante morsettiere, di sezione adeguata ai conduttori che vi fanno capo; le caratteristiche delle morsettiere verranno definite di volta in volta in funzione delle caratteristiche dell'impianto.

Nelle cassette i conduttori andranno legati in mazzetti ordinati, circuito per circuito e, quando richiesto, andranno installate le fascette di identificazione.

#### **36.3.2 Cassette incassate**

Tutte le scatole portafrutto e le cassette di derivazione incassate, andranno installate generalmente a:

25÷30 cm dal pavimento (filo inferiore cassetta)

90÷100 cm dal pavimento (filo inferiore cassetta; solo per gli organi di comando posti entro scatole portafrutto);

25 cm dal soffitto (filo superiore cassetta; questa installazione dovrà, per quanto possibile, essere evitata, preferendo la posa riferita al filo del pavimento;

15 cm dagli stipiti della porte o dagli angoli principali (filo inizio cassetta; questa quota potrà anche variare in funzione della situazione oggettiva degli ambienti).

Altre condizioni di posa verranno definire di volta in volta in funzione delle caratteristiche dell'impianto.

Nella posa incassata le cassette andranno installate in modo che l'anello superiore di rinforzo risulti rigorosamente a filo muro finito e che il coperchio di chiusura sia fissabile regolarmente con le viti dotazione.



### **36.3.3 Cassette in vista**

Tutte le scatole portafrutto e le cassette di derivazione posate in vista, andranno installate generalmente alle stesse quote previste per la posa incassata.

Per il fissaggio dovranno essere utilizzati o tasselli ad espansione in corpo interamente metallico, o viti filettate (per fissaggi su strutture metalliche).

In ogni caso per cassette fissate su strutture o parti metalliche, il sistema interno di fissaggio della cassetta dovrà essere realizzato attraverso DADI ISOLATI.

Il quantitativo e la robustezza dei fissaggi dovrà anche tenere conto degli sforzi causati dalle tubazioni che vi si attesteranno.

## **36.4 MATERIALE DELLA SERIE CIVILE**

### **36.4.1 Generalità**

Il materiale dovrà comprendere un sistema di apparecchiature di comando, segnalazione, derivazione e protezione componibili entro contenitori differenziati per capienza, messa in opera e grado di protezione.

Gli apparecchi di comando per usi domestici e similari dovranno rispondere alle Norme CEI 23-9; le prese a spina per usi domestici e similari dovranno rispondere alle Norme CEI 23-5.

In linea di massima i punti di comando ed utilizzo dovranno essere composti da:

scatola

supporto in resina per apparecchiature fino a 250V c.a.

apparecchi componibili

placche in materiale metallico.

Tutte le prese a spina dovranno avere grado di sicurezza 2.1.

### **36.4.2 Modalità di installazione del materiale della serie civile**

Tutti gli apparecchi di comando della serie civile (interruttori, deviatori, invertitori, pulsanti, ecc.) dovranno essere utilizzati unicamente per il comando di centri luce o circuiti con potenza totale effettiva o presunta inferiore a 1000W, fatto salvo quanto previsto dalla normativa per il comando dei motori.

L'interruzione dell'alimentazione dovrà sempre essere effettuata sul conduttore di fase.

Tutte le scatole di contenimento dei frutti dovranno essere di tipo rettangolare e quindi predisposto per l'installazione di almeno 3 frutti.

Tutte le uscite per i centri luce dovranno essere predisposte per l'applicazione del corpo illuminante.

Per le altezze e le posizioni di installazione vale quanto previsto nel presente capitolato alla voce "Modalità di posa delle scatole, cassette, ecc."





### **36.5 IMPIANTI DI MESSA A TERRA**

Gli impianti di messa a terra dovranno essere eseguiti nella stretta osservanza delle Norme CEI ed a tutte le prescrizioni legislative in vigore all'atto dell'esecuzione del collaudo degli impianti.

I valori massimi ai quali dovranno corrispondere le misure dell'impianto, verranno ricavati dalle relazioni riportate dalle Norme CEI per i diversi tipi di utenza, nonché da quanto previsto dal D.P.R. 547 del 27/4/1955 e dai successivi aggiornamenti.

I dispersori di terra dovranno essere della forma e del materiale più idonei alla natura del terreno; la loro sezione dovrà essere conforme alle prescrizioni dettate dalle normative.

Inoltre dovranno offrire le migliori garanzie dal punto di vista della resistenza nel tempo contro le aggressioni dovute all'umidità e/o ad eventuali azioni climatiche.

Una volta posati non dovranno essere sottoposti a sforzi meccanici.

La disposizione di posa dei dispersori dovrà essere effettuata in modo da non ottenere tensioni di passo inferiori ai limiti ammessi dalle Norme.

Tutte le giunzioni fra le varie parti di un dispersore, nonché quelle fra il dispersore ed il conduttore di terra, dovranno essere tali da sopportare gli sforzi meccanici dovuti ad eventuali assestamenti del terreno.

Le giunzioni dovranno essere eseguite:

con saldatura forte

con saldatura autogena

con appositi morsetti aventi superficie di contatto di almeno 200 mm<sup>2</sup>.

### **36.6 MESSA IN FUNZIONE E COLLAUDI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI**

#### **36.6.1 Collaudo tecnico finale e in corso d'opera**

Oltre al collaudo finale, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di eseguire in corso d'opera verifiche e prove preliminari sugli impianti e/o parti di impianti, in modo da poter tempestivamente intervenire qualora non fossero rispettate tutte le normative vigenti e le condizioni del presente capitolato.

In particolare, sia in fase di esecuzione dei lavori, sia in sede di collaudo finale, saranno effettuate le prove, misure e verifiche elencate nel seguito al paragrafo "collaudo tecnico".

La Direzione dei Lavori inoltre, potrà richiedere all'impresa, in qualunque momento, tutte le certificazioni riguardanti i materiali in fase di installazione.

Si precisa anche che tutte le strumentazioni ed i materiali di consumo per l'effettuazione delle misure dovranno essere messi a disposizione della Direzione dei Lavori proprio personale tecnico, nonché la fornitura della mano d'opera necessaria.



In caso di esito sfavorevole, tutte le spese relative ai collaudi successivi al primo saranno a carico dell'impresa. Il protrarsi nel tempo delle operazioni di collaudo non costituirà di per se motivo valido per lo slittamento dei termini di consegna, e ciò ai fini di eventuali penali.

In ogni caso, al termine dei lavori, è a carico dell'impresa l'onere di far effettuare da tecnici qualificati e di gradimento della Direzione dei Lavori la realizzazione delle prove, misure e verifiche per la presentazione da parte della stazione appaltante delle dichiarazioni di conformità degli impianti presso gli Enti competenti.

#### **36.6.2 Messa in funzione degli impianti**

La messa in funzione degli impianti, o anche solo di parti di essi, come pure all'acciamento provvisorio di apparecchi elettrici o pneumatici, deve avvenire solamente dopo la consegna delle istruzioni di servizio da parte della ditta esecutrice e accadere in seguito ad inosservanza di questa prescrizione, la ditta esecutrice si assumerà tutte le responsabilità e ne subirà le conseguenze.

Se le istruzioni di servizio non verranno completate o consegnate prima della messa in funzione dell'impianto, la stazione appaltante, farà eseguire da personale specializzato questi lavori che verranno fatturati alla ditta esecutrice e dedotti in fase di liquidazione.

#### **36.6.3 Collaudo tecnico**

A montaggio ultimato dei singoli impianti, l'assuntore deve eseguire una prova di funzionamento sotto sua diretta responsabilità e procedere al regolaggio degli stessi.

Tutti i valori misurati dovranno essere iscritti dall'assuntore nel formulario per il collaudo tecnico fornitogli dalla Direzione dei Lavori e dal Collaudatore.

A regolaggio avvenuto l'assuntore annuncia gli impianti pronti al collaudo tecnico.

Il collaudo tecnico viene eseguito alla presenza della Direzione dei Lavori, dei rappresentanti degli organi, enti e commissioni interessate.

Verrà redatto un protocollo che riporterà:

controllo dell'avvenuta consegna dei documenti inerenti le istruzioni di servizio e istruzioni per la revisione e manutenzione dell'impianto.

controllo degli organi di sicurezza

controllo delle singole funzioni degli apparecchi e degli organi di regolaggio

misurazione delle correnti nei circuiti principali

verifiche e controlli previsti dalle norme CEI 64-8

verifiche e controlli previsti dalle norme CEI 11-8

misurazione di tutti i valori di garanzia

controllo della uguaglianza e della quantità dei materiali

verifica della corretta esecuzione dei circuiti di protezione contro le tensioni di contatto ottenuta mediante messa a terra



misura della resistenza di isolamento

misura della variazione di tensione da vuoto a carico

verifica della continuità del conduttore di protezione

verifica delle sfilabilità dei conduttori

verifica della rispondenza a tutte le norme CEI

controllo del grado di istruzione del personale di servizio.

Un'eventuale ripetizione del collaudo tecnico dovuta ad una insufficiente regolazione dell'impianto o ad una mancanza di punti di misura andrà a carico dell'assuntore.

Sino alla presa in consegna definitiva degli impianti da parte della stazione appaltante, l'appaltatore conserverà la responsabilità dei suoi impianti, anche nel caso in cui la loro gestione sia affidata a persone incaricate dalla stazione appaltante.

Le prove verranno effettuate sempre in contraddittorio con il tecnico dell'appaltatore, il quale é obbligato, dietro semplice richiesta della Direzione dei Lavori o del Collaudatore, a mettere a disposizione sia il personale sia la strumentazione ed il materiale adatto all'effettuazione delle prove, nonché tutte le certificazioni riportanti i materiale installati o in fase di installazione.

Sino alla consegna dei lavori, che potrà avvenire esclusivamente dopo il rilascio del verbale di collaudo, la Ditta dovrà provvedere alla manutenzione ordinaria e straordinaria degli impianti eseguiti.

Durante tale periodo essa dovrà riparare o sostituire a sue spese tutte le parti difettose per cattiva manutenzione o montaggio, per difetti di costruzione o usura normale, salvo cause di negligenza o utilizzazione errata imputabili al personale incaricato della stazione appaltante.

Qualora durante tale periodo si verificasse un'avaria, sarà redatto un verbale circostanziato che verrà notificato alla Ditta. Nel caso la stessa non provvedesse alla riparazione nel termine impostole dalla Direzione dei Lavori, l'avaria verrà riparata d'ufficio a spese della Ditta stessa.

Sulle apparecchiature importanti che verranno riparate o su quelle parti che ne dipendono, il termine di garanzia sarà prolungato per una durata che determinerà la stazione appaltante, senza però superare i 6 mesi.

La ditta è tenuta a presentare le certificazioni richieste dagli enti interessati (I.S.P.E.S.L., U.S.S.L.) firmate da proprio tecnico qualificato.

#### **36.6.3.1 Verifica qualitativa e quantitativa**

Avrà lo scopo di accertare la conformità dei materiali alle caratteristiche fondamentali dell'impianto ed alle normative vigenti.

Verrà effettuata in tre fasi principali:

la prima avrà inizio con la presentazione, da parte dell'impresa, delle campionature dei materiali e del progetto esecutivo e costruttivo;



la seconda consisterà nel controllo qualitativo dei materiali in fase di installazione, con particolare riferimento a quelle parti di più difficile accesso a montaggio ultimato;

la terza consisterà nella verifica, a lavori ultimati, che tutti i materiali siano rispondenti sia a quanto previsto nel capitolato, sia a quanto concordato con la Direzione dei Lavori durante i lavori.

#### **36.6.3.2 Verifica della corretta esecuzione dei circuiti di protezione contro le tensioni di contatto ottenuta mediante messa a terra**

Per effettuare questa verifica si controllerà la continuità elettrica del conduttore di protezione a partire dai morsetti di terra degli apparecchi fissi fino al collettore di terra.

Si verificherà inoltre che le caratteristiche dei dispositivi di intervento soddisfino alle condizioni previste dalla legislazione vigente e dalle Norme CEI.

#### **36.6.3.3 Resistenza di isolamento**

La misura della resistenza di isolamento verrà eseguita a partire dai morsetti di consegna dell'energia e per ogni sezione di impianto.

La misura della resistenza di isolamento verrà eseguita mediante u ohmmetro la cui tensione continua sia circa di 125V per misure su parti di impianto di categoria ZERO e circa 500V per misure su parti di impianto di I Categoria.

Durante le misure:

verrà scollegata l'alimentazione;

gli apparecchi utilizzatori che non siano a collegamento fisso verranno disinseriti;

gli interruttori, sia dei quadri che quelli componibili e non, della serie civile (deviatori, invertitori, interruttori, ecc.) verranno chiusi;

tutte le eventuali lampade saranno rimosse dai corpi illuminanti.

Il valore della resistenza di isolamento dovrà essere nei limiti ammessi dalle NORME CEI.

#### **36.6.3.4 Variazione di tensione da vuoto a carico**

Verrà misurata la tensione, a partire dai morsetti di consegna dell'energia per ogni sezione di impianto: prima senza carico (a vuoto) e successivamente con il carico reale previsto (a carico).

La variazione di tensione dovrà essere contenuta entro i valori prescritti.

#### **36.6.3.5 Continuità del conduttore di terra e protezione**

Verrà controllata per ogni sezione di impianto a partire dai morsetti di consegna dell'energia.

La continuità del conduttore di terra dovrà essere rigorosamente verificata.

#### **36.6.3.6 Sfilabilità dei conduttori**

Verrà verificata su tratti campione.

I conduttori dovranno poter essere sfilati e rinfilati con facilità senza che ciò provochi danni all'isolamento.



### **36.7 LISTA DEI PREZZI DI RICAMBIO**

A collaudo avvenuto la ditta esecutrice fornirà alla Stazione Appaltante una lista degli apparecchi soggettivo ad usura (lampade, bobine, relé termici ecc.) indicando la marca, il tipo e l'indirizzo dei fornitori.

### **36.8 NORME AGGIUNTIVE**

Provenienza del materiale: la marca dei materiali indicati nel presente capitolato é strettamente vincolante, soprattutto per la determinazione del prezzo complessivo dell'offerta. L'assuntore potrà proporre apparecchi o accessori di altra marca, la Direzione dei Lavori potrà sempre accettare o meno i materiali proposti.



## **37 RIMOZIONE E SMALTIMENTO DI APPARECCHIATURE ELETTROMECCANICHE**

---

### **37.1 GENERALITÀ**

L'Appaltatore è obbligato ad accertare, sempre con la massima cura, lo stato di conservazione e le tecniche costruttive della apparecchiature esistenti e di ogni suo elemento che dovrà preventivamente rimuovere e conferire ai luoghi di recupero. Questo al fine di poterne definire esattamente la natura, sia nel suo complesso che nei particolari. L'Appaltatore potrà intraprendere lo smontaggio/rimozione delle apparecchiature previste con i mezzi che crederà più opportuni previa approvazione della Direzione Lavori. In ogni caso l'Appaltatore esonera nel modo più ampio ed esplicito da ogni responsabilità civile e penale, conseguente e dipendente dall'esecuzione dei lavori di smontaggio/rimozione e smaltimento sia l'Amministrazione Appaltante che i suoi Organi di direzione, assistenza e sorveglianza. Per quanto riguarda il personale e gli attrezzi l'Appaltatore dovrà osservare le seguenti prescrizioni:

il personale addetto alle opere di smontaggio/rimozione dovrà avere preparazione e pratica specifiche, sia per l'esecuzione materiale dei lavori, che per la individuazione immediata di condizioni di pericolo;

l'attività del personale impiegato dovrà essere sottoposta all'autorità di un responsabile;

### **37.2 MODALITÀ ESECUTIVE**

Prima dell'inizio delle rimozioni dovranno essere interrotte le erogazioni agli impianti di elettricità e acqua esistenti nella zona dei lavori a servizio delle apparecchiature da rimuovere: a tal fine l'Appaltatore dovrà prendere direttamente accordi con la D.L. e il Condatore dell'impianto.

### **37.3 INTERRUTTORE DI LIVELLO A VARIAZIONE DI ASSETTO**

Sigla LS

installazione come da schema

servizio partenza/arresto apparecchiature

Caratteristiche

Tipo a galleggiante

Alimentazione 250/400 VCA 50/60 Hz

Classe di isolamento I

Grado di protezione IP 68



#### Materiali

Corpo galleggiante e interruttore    polipropilene

Morsetto di terra    ottone

Guaina cavo e guarnizione    neoprene