



AVVISO M2C.1.1 I 1.1 - Linea d'Intervento C
"Ammodernamento (anche con ampliamento di impianti esistenti) e realizzazione di nuovi impianti innovativi di trattamento/riciclaggio per lo smaltimento di materiali assorbenti ad uso personale (PAD), i fanghi di acque reflue, i rifiuti di pelletteria e i rifiuti tessili"
REALIZZAZIONE ESSICCATORE FANGHI DI DEPURAZIONE LOCALITÀ CASAL VELINO GIÀ LOCALITÀ OMIGNANO SCALO

PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATO D-R-120-05	Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici	SCALA
------------------------------------	--	--------------

RUP Ing. Giovanna Ferro	Progettista Ing. Angelo Cantatore  ETC ENGINEERING S.R.L. via dei Palustei 16, Meano 38121 Trento (TN) Tel: 0461 825280 - Fax: 0461 1738909 web. www.etc-eng.it - e-mail: info@etc-eng.it 
-----------------------------------	--

Presidente del CdA
Avv. Gennaro Maione

Direttore Generale
Ing. Maurizio Desiderio

DATA
07/2024
Revisione 1

INDICE

1	QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI	15
1.1	Qualità, provenienza e impiego dei materiali	15
1.1.1	Accettazione dei materiali	15
1.1.2	Conformità e Non Conformità al Capitolato Speciale	16
1.1.3	Impiego dei materiali	16
1.1.4	Provvista dei materiali	16
1.1.5	Sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali previsti in contratto	16
1.1.6	Difetti di costruzione	17
1.2	Dichiarazione di conformità e marcatura CE.....	18
1.2.1	Marcatatura CE - Materiali.....	18
1.2.2	Marcatatura CE - Macchinari	18
2	MATERIALI	19
2.1	Palancole.....	19
2.2	Cemento.....	19
2.3	Aggregati per c.a.	20
2.4	Acqua di impasto	23
2.5	Acciaio per c.a.	24
2.6	Reti in barre di acciaio elettrosaldate	25
2.7	Acciaio per strutture metalliche	25
2.8	Misto granulare non legato per fondazione	25
2.9	Acciai zincati	26
3	NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI	27
3.1	Premessa	27
3.2	Scavi	29
3.2.1	Norme generali	29
3.2.1.1	Definizioni e generalità	29
3.2.1.2	La geometria degli scavi	29
3.2.1.3	Puntellature, franamenti, scavo per campioni.....	29
3.2.1.4	Disboscamento e regolazione delle acque	30
3.2.1.5	Materiali di risulta: riutilizzo e sistemazione a deposito.....	30
3.2.2	Scavi di sbancamento	31

3.2.3	Scavi di fondazione	31
3.2.4	Scavi subacquei e scavi all'asciutto.....	32
3.3	Palancole.....	33
3.3.1	Definizione.....	33
3.3.2	Normative di riferimento	33
3.3.3	Soggezioni geotecniche e geoidrologiche ed ambientali generali	33
3.3.4	Prove tecnologiche preliminari	34
3.3.5	Preparazione del piano di lavoro.....	35
3.3.6	Materiali.....	35
3.3.7	Installazione.....	35
3.3.7.1	Attrezzature	35
3.3.7.2	Tracciamento.....	36
3.3.7.3	Movimentazione e saldature	36
3.3.7.4	Infissione	37
3.3.7.5	Controlli e documentazione lavori.....	37
3.4	Dreni	39
3.4.1	Dreni perforati nel terreno.....	39
3.4.1.1	Definizione e scopo	39
3.4.1.2	Perforazione	39
3.4.1.3	Fornitura e posa del tubo filtrante	39
3.4.1.4	Lavaggio e manutenzione dei dreni.....	40
3.4.1.5	Dreni in rocce lapidee	40
3.4.1.6	Dreni in terreni argillosi.....	40
3.5	Bulloni	41
3.5.1	Definizioni e tipologia	41
3.5.1.1	Bulloni di ancoraggio	41
3.5.2	Materiali.....	41
3.5.3	Modalità operative	41
3.5.3.1	Bulloni di ancoraggio	41
3.7	Conglomerati cementizi semplici e armati	43
3.7.1	Materiali.....	43
3.7.1.1	Aggregati	43
3.7.1.2	Additivi	46
3.7.1.3	Aggiunte	48
3.7.2	Durabilità dei conglomerati cementizi	51
3.7.3	Tipi e classi dei conglomerati cementizi	52
3.7.4	Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi	54

3.7.4.1	Dossier di Prequalifica	54
3.7.4.2	Qualifica all'impianto.....	55
3.7.4.3	Autorizzazione ai getti	56
3.7.5	Controlli in corso d'opera.....	56
3.7.5.1	Resistenza dei conglomerati cementizi	57
3.7.5.2	Non conformità dei controlli di accettazione	59
3.7.6	Tecnologia esecutiva delle opere	59
3.7.6.1	Confezione dei conglomerati cementizi.....	59
3.7.6.2	Getti in clima freddo	60
3.7.6.3	Getti clima caldo.....	63
3.7.6.4	Getti di lunghezza elevata	64
3.7.6.5	Trasporto e consegna	65
3.7.6.6	Prova sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco.....	66
3.7.6.7	Casseforme e posa in opera.....	67
3.7.6.8	Compattazione.....	68
3.7.6.9	Riprese di getto.....	69
3.7.6.10	Prevenzione delle fessure da ritiro plastico	70
3.7.6.11	Disarmo e scasseratura.....	71
3.7.6.12	Protezione dopo la scasseratura	71
3.7.6.13	Maturazione accelerata a vapore	72
3.7.6.14	Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature.....	72
3.7.6.15	Predisposizione delle armature per c.a.	73
3.7.6.16	Armatura di precompressione	73
3.7.7	Calcestruzzo Reodinamico SCC	74
3.7.8	Calcestruzzi leggeri.....	74
3.7.8.1	Calcestruzzo leggero strutturale	74
3.7.8.2	Calcestruzzo leggero non strutturale e cellulare	75
3.7.9	Allegato 20.1 Classi di esposizione secondo la UNI 11104.....	76
3.7.10	Allegato 20.2 – Guida alla scelta delle classi di esposizione.....	78
3.8	Acciaio per c.a	84
3.8.1	Generalità	84
3.8.2	Acciaio in barre ad aderenza migliorata qualificato – B450C	84
3.8.2.1	Controlli.....	86
3.8.2.2	Connessioni tra le barre	86
3.8.3	Reti in barre di acciaio elettrosaldate	86
3.9	Acciaio per carpenteria	88
3.9.1	Generalità	88
3.9.2	Classificazione dei tipi di acciaio secondo EN10025.....	88

3.9.3	Approvvigionamento materiali da costruzione	88
3.9.3.1	Disegni di fabbricazione	89
3.9.4	Lavorazioni di officina	91
3.9.4.1	Presentazione documentazione tecnica	91
3.9.4.2	Collaudo tecnologico di stabilimento	91
3.9.4.3	Prefabbricazione	92
3.9.5	Verniciature.....	94
3.9.5.1	Generalità.....	94
3.9.5.2	Accettazione dei prodotti vernicianti - Garanzie.....	95
3.9.5.3	Preparazione delle superfici.....	95
3.9.5.4	Cicli di verniciatura.....	97
3.10	Misto granulare non legato per fondazione	104
3.10.1	Descrizione	104
3.10.2	Caratteristiche dei materiali da impiegare.....	104
3.10.3	Studio preliminare.....	105
3.10.4	Modalità esecutive.....	105
3.10.5	Dati prestazionali	106
3.11	Impermeabilizzazione di opere d'arte.....	108
3.11.1	Norme Generali	108
3.11.2	Manto con membrana elastica continua in materiale epossipoliuretano	109
3.11.2.1	Primer di adesione.....	109
3.11.2.2	Membrana impermeabilizzante sintetica elastica continua spruzzata in opera.....	109
3.11.2.3	Mano d'attacco per collegamento della membrana con la pavimentazione.....	109
3.11.2.4	Modalità di applicazione	110
3.11.3	Manto con bitume modificato con elastomeri ed armato con TNT.....	110
3.11.3.1	Requisiti di accettazione dei materiali impiegati e del manto impermeabilizzante	111
3.11.4	Manto realizzato con guaine preformate costituite da bitumi modificati con elastomeri ed armato con TNT	112
3.11.4.1	Materiali.....	112
3.11.4.2	Modalità di posa in opera.....	114
3.11.5	Manto con cartonfeltro bitumato.....	114
3.11.6	Manto con membrane prefabbricate a base bituminosa.....	114
3.11.7	Manto con fogli di PVC o di gomma sintetica	115
3.11.8	Manto con fogli di PVC e coibentazione in pannelli di poliuretano espanso	115
3.11.9	Barriera antivapore.....	116
3.11.10	Impermeabilizzazioni vasche	116
3.12	Murature	117
3.12.1	Norme generali.....	117

3.12.2 Murature di mattoni.....	117
3.12.2.1 Murature di laterizi pieni e forati, per fabbricati	118
3.12.2.2 Murature a faccia-vista, per fabbricati	118
3.12.2.3 Murature ad intercapedine, per fabbricati	119
3.12.2.4 Murature in blocchetti forati prefabbricati, per fabbricati	119
3.13 Intonaci	121
3.13.1 Intonaci eseguiti a mano	122
3.13.2 Intonaci eseguiti a spruzzo (gunite)	122
3.13.3 Prove e controlli di laboratorio	122
3.14 Solai	124
3.14.1 Generalità	124
3.14.2 Solai misti in c.a. e laterizi	124
3.15 Controsoffitti	125
3.15.1 In pannelli ad impasto gessoso	125
3.15.2 In pannelli di fibre minerali	125
3.15.3 In pannelli di lamierino d'alluminio.....	125
3.15.4 In elementi modulari a cielo aperto	126
3.15.5 In doghe d'alluminio	126
3.15.6 In lastre di gesso cartonato su intelaiatura portante.....	126
3.15.7 In tavolato d'abete.....	126
3.15.8 Controsoffitto tagliafuoco	127
3.16 Coperture	128
3.16.1 Norme generali.....	128
3.16.2 In pannelli Sandwich autoportanti.....	128
3.16.3 In lastre di lamiera grecata.....	129
3.17 Isolamenti.....	130
3.18 Rivestimenti.....	131
3.18.1 Plastico al quarzo.....	131
3.18.2 Piastrelle smaltate.....	131
3.18.3 Mattoncini in litoceramica (clinker)	131
3.18.4 Zoccolino battiscopa	132
3.18.5 Lastre in pietra naturale	132
3.18.6 Cordonate in pietra.....	133
3.18.7 Gradini prefabbricati.....	133
3.18.8 Gradini rivestiti con profilati di gomma.....	133
3.18.9 Soglie e davanzali in c.a.	133

3.18.10	Rivestimento con pannelli di acciaio porcellanato.....	133
3.18.11	Rivestimento in blocchi prefabbricati.....	134
3.19	Vespai	135
3.20	Pavimenti	136
3.20.1	Norme generali.....	136
3.20.2	In cubetti di porfido.....	136
3.20.3	In conglomerato cementizio	137
3.20.3.1	In conglomerato cementizio su pavimentazioni esistenti	138
3.20.3.2	In conglomerato cementizio ad alta resistenza.....	138
3.20.3.3	In conglomerato cementizio per corsie di stazione.....	138
3.20.4	In lastre di marmo	140
3.20.5	In piastrelle di grès	141
3.20.6	In gomma e vinilico	141
3.20.7	In lastre di calcestruzzo	141
3.20.8	In elementi modulari autobloccanti in cls vibrato.....	142
3.20.9	In mattonelle	142
3.20.10	In lastre di agglomerato vibrocompreso.....	142
3.20.11	In modulare sopraelevato	143
3.21	Canali di gronda, pluviali, scossaline, ecc.....	144
3.21.1	Norme generali.....	144
3.21.2	Bocchettoni.....	144
3.21.3	Canali di Gronda, Foderature, Converse, Scossaline	144
3.21.4	Pluviali.....	145
3.21.5	Strutture e lattonerie in acciaio inox.....	145
3.22	Rivestimenti in alluminio e leghe leggere di alluminio	146
3.23	Infissi.....	147
3.23.1	Norme generali.....	147
3.23.2	Infissi in legno.....	148
3.23.2.1	Porte in legno	149
3.23.2.2	Finestre e Portefinestre	150
3.23.3	Infissi in ferro.....	151
3.23.3.1	Porte	151
3.23.3.2	Finestre e Portefinestre	152
3.23.3.3	Porte blindate	152
3.23.3.4	Porte tagliafuoco.....	153
3.23.4	Infissi in alluminio e sue leghe	154
3.23.4.1	Porte	155

3.23.4.2	Finestre e Portefinestre	156
3.23.5	Persiane avvolgibili in materia plastica.....	157
3.23.6	Serrande avvolgibili in acciaio zincato.....	157
3.23.7	Porte a bilico	158
3.23.8	Portoni ad impacco laterale	158
3.23.9	Portoni di tipo sezionale	160
3.24	Tinteggiature e verniciature.....	162
3.24.1	Norme generali.....	162
3.24.2	Tinteggiatura.....	162
3.24.2.1	Tinteggiatura a tempera	162
3.24.2.2	Tinteggiatura con idropittura	162
3.24.3	Verniciatura di pareti in muratura.....	163
3.24.4	Verniciature di strutture in acciaio	163
3.24.4.1	Ciclo "A"	163
3.24.4.2	Ciclo "B"	164
3.24.4.3	Ciclo "C"	165
3.24.4.4	Ciclo "D"	166
3.24.4.5	Ciclo "E"	167
3.24.4.6	Ciclo "F"	168
3.24.5	Protezione al fuoco	170
3.24.5.1	Con pittura ignifuga intumescente.....	170
4	TUBAZIONI, VALVOLE, GIUNTI	171
4.1	Tubazioni in PEAD per liquidi	171
4.1.1	Giunzioni.....	173
4.1.2	Giunzioni per saldatura	173
4.1.3	Giunzioni per flangiatura.....	173
4.1.4	Collegamento con altri materiali.....	174
4.1.5	Trasporto.....	174
4.1.6	Carico e scarico	174
4.1.7	Accatamento	174
4.1.8	Posa in opera in trincea e posa sotto terrapieno	175
4.1.9	Prescrizioni specifiche.....	176
4.1.10	Collaudo.....	176
4.2	Tubazioni in PEAD per linee di trasporto gas	177
4.3	Tubazioni in acciaio inox AISI304L per fluidi.....	177
4.3.1	Calcoli statici.....	177
4.3.2	Scarico, maneggio, trasporto, sfilamento dei tubi	179

4.3.3 Pulizia dei tubi, verifica e preparazione delle testate	179
4.3.4 Curve	180
4.3.5 Pozzetto di ispezione con tappo a vite	181
4.3.6 Saldatura elettrica.....	182
4.3.7 Rivestimento delle tubazioni (rivestimento in vetroflex pesante)	186
4.3.8 Rivestimento dei giunti (fascia termorestringente – Superflex).....	187
4.3.9 Certificazione.....	188
4.4 Tubazioni in acciaio inossidabile (AISI 304L) per gas.....	189
4.5 Tubazioni aerauliche per aspirazione aria esausta in acciaio inox AISI304L	190
4.6 Tubazione in acciaio bitumato	191
4.7 Tubazioni in PVC-U	191
4.7.1 Generalità	192
4.7.2 Normativa.....	192
4.7.3 Caratteristiche fisico meccaniche della tubazione	192
4.7.4 Tubi in PVC rigido e pezzi speciali	192
4.7.5 Raccordi.....	193
4.7.6 Sistema qualità e certificazioni.....	193
4.7.7 Modalità di posa in opera e collaudo.....	193
4.7.8 Classifica degli scavi	194
4.7.9 Profondità della trincea	194
4.7.10 Larghezza della trincea.....	195
4.7.11 Fondo della trincea	195
4.7.12 Letto di posa	195
4.7.13 Posa del tubo.....	195
4.7.14 Riempimento.....	195
4.7.15 Raccordi e collegamenti speciali.....	196
4.7.16 Collaudo.....	196
4.8 Posa in opera dei condotti	197
4.8.1 Posa su fondo sagomato.....	197
4.8.2 Posa su fondo non sagomato	198
4.8.3 Posa su sottofondo	198
4.8.4 Modalità di posa.....	198
4.8.5 Prescrizioni particolari.....	199
4.9 Prove di tenuta idraulica.....	201
4.9.1 Prove di tenuta idraulica per tubazioni in pressione.....	201
4.9.2 Prove di tenuta idraulica per condotte a gravità	202

4.10	Procedimento e requisiti per il collaudo delle tubazioni con scorrimento a gravità	203
4.10.1	Generalità	203
4.10.2	Prova di collaudo con aria – Metodo “L”	203
4.10.3	Prova di collaudo ad acqua – Metodo “W”	204
4.10.4	Tubazioni in acciaio.....	205
4.11	Valvole manuali	205
4.11.1	Valvole monoblocco a sfera a passaggio totale in AISI 316.....	205
4.11.2	Valvole monoblocco a sfera in PVC	205
4.11.3	Valvole a farfalla tipo “WAFER” con comando manuale a leva.....	205
4.11.4	Valvole a farfalla tipo “WAFER” con riduttore a volantino	206
4.11.5	Valvole a farfalla tipo “WAFER” in PVC con comando manuale a leva	206
4.11.6	Valvole di ritegno a palla	206
4.11.7	Valvole di ritegno a palla per liquidi viscosi	206
4.11.8	Saracinesche a corpo piatto con tenuta metallica	207
4.12	Giunti passamuro a tenuta idraulica	207
4.13	Giunti di smontaggio	208
4.13.1	Giunto compensatore in gomma.....	208
4.13.2	Giunti di smontaggio a scartamento ridotto	208
4.14	Flange	208
4.15	Staffaggi	209
5	OPERE ELETTROMECCANICHE	211
5.1	Macchine	211
5.1.1	A1 – Disidratazione meccanica	211
5.1.1.1	A1-PM-101-A/R – Pompa monovite.....	211
5.1.1.2	A1-PV-101 – Pressa a vite	212
5.1.1.3	A1-CR-101 – Compressore	214
5.1.1.4	A1-PP-101 – Polipreparatore automatico.....	214
5.1.1.5	A1-PM-102-A/R – Pompa monovite.....	215
5.1.1.6	A1-TR-101 – Coclea di trasporto	216
5.1.1.7	A1-TR-102 – Coclea di trasporto	219
5.1.2	A2 – Deodorizzazione	221
5.1.2.1	A2-PK-101 – Impianto di deodorizzazione comprensivo di pompa di ricircolo	221
5.1.2.2	A2-VE-101 – Ventilatore centrifugo	223
5.1.2.3	A2-PD-101 – Pompa dosatrice a membrana.....	223
5.1.3	B1 – Disidratazione meccanica.....	224
5.1.3.1	B1-PM-101-A/R – Pompa monovite	224

5.1.3.2	B1-PV-101 – Pressa a vite.....	225
5.1.3.3	B1-CR-101 – Compressore.....	227
5.1.3.4	B1-PM-102-A/R – Pompa monovite	227
5.1.3.5	B1-PP-101 – Polipreparatore automatico	228
5.1.3.6	B1-TR-101 – Coclea di trasporto	229
5.1.3.7	B1-TR-102 – Coclea di trasporto	234
5.1.4	B2 – Deodorizzazione.....	239
5.1.4.1	B2-PK-101 – Impianto di deodorizzazione comprensivo di pompa di ricircolo	239
5.1.4.2	B2-VE-101 – Ventilatore centrifugo	241
5.1.4.3	B2-PD-101 – Pompa dosatrice a membrana	242
5.1.5	C1 - Conferimento e stoccaggio fanghi disidratati	242
5.1.5.1	C1-PE-101 – Pesa a ponte.....	242
5.1.5.2	C1-PK-101 A/B – Vasca di stoccaggio fanghi disidratati.....	243
5.1.5.3	C1-PM-101 A/B– Pompa volumetrica monovite.....	246
5.1.6	C2 - Sezione di essiccazione.....	249
5.1.6.1	C2-TR-101 – Coclea di trasporto	249
5.1.6.2	C2-BD-101 A/B– Bioessiccatore.....	252
5.1.6.3	C2-TC-101 – Redler	254
5.1.6.4	C2-CR-101 – Gruppo compressore a pistoni.....	255
5.1.7	C3 – Caldaia	256
5.1.7.1	C3-PK-101 – Caldaia a GPL.....	256
5.1.7.2	C3-VP-101 – Vaporizzatore	259
5.1.8	C4 – Deodorizzazione	260
5.1.8.1	C4-PK-101 – Impianto di deodorizzazione comprensivo di pompa di ricircolo	260
5.1.8.2	C4-VE-101 – Ventilatore centrifugo	262
5.1.8.3	C4-PD-101 – Pompa dosatrice a membrana.....	263
5.1.8.4	C4-PK-10 – Biofiltro	263
5.1.9	D1 – Sistemazioni esterne e reti interrato	265
5.1.9.1	D1-PK-101 – Gruppo pressurizzazione.....	265
5.1.9.2	D1-PK-102 – Gruppo pressurizzazione.....	267
5.1.9.3	D1-PK-103 – Vasca di accumulo e pretrattamento prima pioggia	269
5.2	Strumenti	270
5.2.1	A1 – Disidratazione meccanica	270
5.2.1.1	A1-FIT-101 – Misuratore elettromagnetico di portata	270
5.2.1.2	A1-FIT-102 – Misuratore elettromagnetico di portata	271
5.2.2	A2 – Deodorizzazione	273
5.2.2.1	A2-PIT-101 – Sensore di pressione piezoresistivo	273
5.2.3	B1 – Disidratazione meccanica.....	273

5.2.3.1	B1-FIT-101 – Misuratore elettromagnetico di portata	273
5.2.3.2	B1-FIT-102 – Misuratore elettromagnetico di portata	274
5.2.4	B2 – Deodorizzazione.....	276
5.2.4.1	B2-PIT-101 – Sensore di pressione piezoresistivo	276
5.2.5	C1 - Conferimento e stoccaggio fanghi disidratati	276
5.2.5.1	C1-LIT-101 A/B – Misuratore di livello radar.....	276
5.2.6	C2 - Sezione di essiccazione.....	277
5.2.6.1	C2-LIT-101 – Misuratore di livello radar	277
5.2.7	C3 – Caldaia.....	278
5.2.7.1	C3-PI-101 – Manometro	278
5.2.8	C4 – Deodorizzazione.....	279
5.2.8.1	C4-PIT-101 – Sensore di pressione piezoresistivo.....	279
5.2.8.2	C4-TIT-101 – Sensore di temperatura	279
5.2.8.3	C4-AIT-101 – Sensore di temperatura.....	279
5.2.8.4	C4-CD-101 – Centralina acquisizione e trasmissione dati	279
5.3	Organi di regolazione.....	280
5.3.1	A1 – Disidratazione meccanica	280
5.3.1.1	A1-Vgeo-101-A/B – Valvola a ghigliottina quadrata con attuatore elettrico ON/OFF	280
5.3.2	B1 – Disidratazione meccanica.....	280
5.3.2.1	B1-Vgeo-101-A/B – Valvola a ghigliottina quadrata con attuatore elettrico ON/OFF	280
5.3.3	C2 - Sezione di essiccazione.....	280
5.3.3.1	C2-Vgeo-101-A/B – Valvola a ghigliottina quadrata con attuatore elettrico ON/OFF	280
5.3.3.2	C2-EVso-101-A/B – Elettrovalvola a solenoide	280
5.3.3.3	C2-EVso-102-A/B – Elettrovalvola a solenoide	281
5.3.3.4	C2-DFp-101 – Valvola a Y pneumatica	282
5.3.4	C3 – Caldaia.....	282
5.3.4.1	C3-EVso-101 – Elettrovalvola a solenoide.....	282
5.3.4.2	C3-EVso-102 – Elettrovalvola a solenoide.....	283
5.3.5	C4 – Deodorizzazione.....	283
5.3.5.1	C4-EVso-101 – Elettrovalvola a solenoide.....	283
5.3.5.2	C4-EVso-102 – Elettrovalvola a solenoide.....	284
5.3.6	D1 Sistemazioni esterne e reti interrato	285
5.3.6.1	D1-EVso-101 – Elettrovalvola a solenoide.....	285
5.3.6.2	D1-EVso-102 – Elettrovalvola a solenoide.....	286
5.3.6.3	D1-EVso-103 – Elettrovalvola a solenoide.....	287
5.4	Equipaggiamenti vari	288

5.4.1	A2 - Deodorizzazione.....	288
5.4.1.1	A2-TK-101 – Serbatoio IBC.....	288
5.4.2	B2 - Deodorizzazione	288
5.4.2.1	B2-TK-101 – Serbatoio IBC.....	288
5.4.3	C3 – Caldaia	288
5.4.3.1	C3-TK-101 – Serbatoio GPL.....	288
5.4.4	C4 – Deodorizzazione.....	289
5.4.4.1	C4-TK-101 A/B– Serbatoio IBC	289
6	OPERE ELETTRICHE	291
6.1	Generalità.....	291
6.2	Normativa di Riferimento	292
6.3	Verifiche, misure e prove degli impianti	293
6.4	Garanzia degli impianti.....	294
6.5	Impianti di distribuzione e di utilizzazione per illuminazione e forza motrice	294
6.6	Media tensione	294
6.6.1	Cella arrivo linea e protezione	295
6.6.2	Cella protezione trasformatore	295
6.6.3	Trasformatori.....	296
6.7	Impianti di bassa tensione	296
6.7.1	Rifasamento automatico.....	296
6.7.2	Quadri elettrici	298
6.7.3	Inverter.....	302
6.7.4	Sistema di Automazione e telecontrollo delle utenze.....	303
6.8	Tubi, condotti, canali.....	304
6.9	Cassette di derivazione	309
6.10	Connessioni elettriche	310
6.11	Cavi	311
6.12	Componenti modulari.....	313
6.13	Prese a spina industriali (TIPO C.E.E. 17)	313
6.14	Criteri installativi.....	313
6.15	Selettività.....	314
6.16	Impianto di terra	314
6.16.1	Dispensore	314
6.16.2	Conduttore di terra	315
6.16.3	Collettore (o nodo) principale di terra	315
6.16.4	Conduttori di protezione	315

6.16.5	Conduttori equipotenziali	316
6.17	Qualità e provenienza dei materiali	316
6.17.1	Impianti elettrico e dati.....	316
6.17.2	Opere di assistenza agli impianti.....	317
6.17.3	Mano d'opera.....	318
6.17.4	Noleggi.....	319
6.17.5	Trasporti	319
6.17.6	Altre opere	319
6.18	Disegni di montaggio e documentazione finale.....	320

1 QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

1.1 QUALITÀ, PROVENIENZA E IMPIEGO DEI MATERIALI

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

1.1.1 Accettazione dei materiali

I materiali da impiegare nei lavori dovranno essere:

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

Tutti gli oneri per prelievi, prove di laboratorio e certificati relativi ai punti a), b), c) e d) rimangono ad esclusivo carico dell'Appaltatore mentre le prove di laboratorio e le certificazioni relative al punto e) sono a carico della Committente, permanendo – anche per quest'ultime - a carico dell'Appaltatore l'onere dei prelievi, dell'eventuale conservazione dei campioni e delle prove che diano esito negativo.

Nel caso il materiale risulti non conforme agli standard ed ai controlli previsti ai punti a), b), c) o d), lo stesso non sarà ritenuto idoneo all'impiego e dovrà essere immediatamente allontanato dal cantiere, sostituendolo con altra fornitura che corrisponda alle caratteristiche volute. Le opere già costruite utilizzando materiale non conforme dovranno essere demolite a totale cura e spese dell'Appaltatore.

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

1.1.2 Conformità e Non Conformità al Capitolato Speciale

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

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

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

1.1.3 Impiego dei materiali

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

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

1.1.4 Provvista dei materiali

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

Nel prezzo dei materiali sono compresi tutti gli oneri derivanti all'Appaltatore dalla loro fornitura a piè d'opera, compresa ogni spesa per eventuali aperture di cave, estrazioni, trasporto da qualsiasi distanza e con qualsiasi mezzo, occupazioni temporanee, ripristino dei luoghi, indennizzi ed indennità a Terzi.

1.1.5 Sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali previsti in contratto

Qualora gli atti contrattuali prevedano il luogo di provenienza dei materiali, il Direttore dei Lavori può prescriverne uno diverso, ove ricorrano ragioni di necessità o convenienza.

Qualora i luoghi di provenienza dei materiali siano indicati negli atti contrattuali, l'Appaltatore non può cambiarli senza l'autorizzazione scritta del Direttore dei Lavori, che riporti l'espressa approvazione del responsabile unico del procedimento.

1.1.6 Difetti di costruzione

L'Appaltatore deve demolire e rifare a sue spese le lavorazioni che il Direttore Lavori accerta eseguite senza la necessaria diligenza o con materiali diversi da quelli prescritti contrattualmente o che, dopo la loro accettazione e messa in opera, abbiano rivelato difetti o inadeguatezze.

Qualora il Direttore Lavori presuma che esistano difetti di costruzione, può ordinare che le necessarie verifiche siano disposte in contraddittorio con l'Appaltatore che dovrà farsi carico di tutte le attività necessarie a consentire l'espletamento delle verifiche. Quando i vizi di costruzione siano accertati, le spese delle verifiche sono a carico dell'Appaltatore, in caso contrario l'Appaltatore ha diritto al rimborso di tali spese e di quelle sostenute per il ripristino della situazione originaria, con esclusione di qualsiasi altro indennizzo o compenso.

1.2 DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ E MARCATURA CE

I prodotti che riportano la marcatura CE – che ne attesta l'idoneità per un dato impiego previsto, secondo un insieme di prestazioni minime che si rifanno ai requisiti essenziali del Regolamento UE n°305/2011 - beneficiano di presunzione di rispondenza alle caratteristiche dichiarate.

1.2.1 Marcatura CE - Materiali

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

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

1.2.2 Marcatura CE - Macchinari

Tutti i macchinari, impianti, equipaggiamenti, dispositivi, strumenti e attrezzature da impiegare nei lavori dovranno presentare la Marcatura CE, a garanzia della conformità del prodotto a tutte le direttive e norme ad esso applicabili.

Macchinari sprovvisti della Marcatura CE o immessi sul mercato prima dell'entrata in vigore della Marcatura CE non saranno ritenuti idonei all'impiego e dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere, sostituendoli con altri che corrispondano alle caratteristiche volute. L'utilizzo di un prodotto sprovvisto di Marcatura CE dovrà essere preventivamente autorizzato dal Direttore Lavori previa motivata richiesta scritta dell'Appaltatore.

2 MATERIALI

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

2.1 PALANCOLE

Ogni partita di materiale approvvigionato dovrà essere accompagnata da un attestato di conformità, in accordo con il D.M. 246 del 21 Aprile 1993, attestante la caratteristiche meccaniche e geometriche dichiarate dal fornitore.

I profilati devono essere conformi alle seguenti norme:

UNI EN 10248-1, UNI EN 10248-2, UNI EN 10249-1, UNI EN 10249-2.

Nel caso siano utilizzati sezioni tubolari esse dovranno essere conformi alle norme UNI EN10219-1 e UNI EN10219-2.

Qualora sia richiesta la impermeabilità del giunto di accoppiamento, l' Appaltatore dovrà fornire tutti i dettagli tecnici relativi al sigillante utilizzato. In particolare dovrà dimostrare che il materiale utilizzato non viene danneggiato nella fase di accoppiamento degli elementi sia che non è affetto da deterioramento a lungo termine, precisandone eventualmente i valori garantiti di durata.

2.2 CEMENTO

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

La scelta dei tipi di cemento da utilizzare per i diversi tipi di calcestruzzo verrà effettuata in sede di Progetto, tenendo presenti, oltre a quanto previsto nella Tabella 19 G (vedi cap. 19.3), i requisiti di:

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

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

2.3 AGGREGATI PER C.A.

Saranno impiegati esclusivamente aggregati muniti di Attestato di conformità CE, per i quali il produttore attui un controllo di produzione in fabbrica certificato da un Organismo notificato e dotati di marcatura CE. Dovranno essere costituiti da elementi resistenti e poco porosi, non gelivi privi di quantità eccedenti i limiti ammessi di parti friabili, polverulente, scistose, piatte o allungate, conchiglie, cloruri, solfati solubili, argilla e sostanze organiche; non dovranno contenere i minerali pericolosi: pirite, marcasite, pirrotina, gesso e quantità nocive di materiali reattivi agli alcali.

Per ciascuna delle cave di provenienza dei materiali dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI EN 932-3) presso un Laboratorio Ufficiale, l'assenza dei minerali indesiderati suddetti e di forme di silice reattiva verso gli alcali contenuti nel calcestruzzo (in particolare: opale, calcedonio, tridimite, cristobalite, quarzo ad estinzione ondulata, selce, vetri vulcanici, ossidiane).

Tale esame verrà ripetuto con la frequenza indicata nella tabella e comunque almeno una volta all'anno. Qualora si riscontri la presenza di forme di silice reattiva, il Progettista dovrà valutare ed attuare il livello di prevenzione appropriato, in base alla classe di esposizione e alla categoria delle opere, con riferimento alla UNI 8981-2 (2007). Nella tabella sono riepilogati i principali requisiti degli aggregati e le prove cui devono essere sottoposti, con l'indicazione delle norme di riferimento, delle tolleranze di accettabilità e della frequenza.

Tabella 20 B - Caratteristiche degli Aggregati

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	LIMITI DI ACCETTABILITÀ
Gelività degli aggregati	Gelività	UNI EN 1367-1	perdita di massa <4% dopo 10 cicli (Categoria F4 UNI EN 12620). Cat. F2 per Classe di Esposizione XF1 e XF2; Cat. F1 per C.E. XF3 e XF4
Assorbimento dell'aggregato grosso per classi di esposizione XF	Assorbimento	UNI EN 1097-7	< 1%
Resistenza alla abrasione	Los Angeles	CNR 34 e UNI EN 1097-2	Perdita di massa L.A. 30% Cat. LA ₃₀ Per Classi di resistenza C60 o superiori si impiegherà la categoria L.A. ₂₀
Compattezza degli aggregati	Degradabilità al solfato di magnesio	UNI EN 1367-2	perdita di massa dopo 5 cicli ≤10%
Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica degli aggregati	UNI EN 1744-1	SO ₃ ≤ 0,1%
Contenuto di polveri	Aggr. grosso non frantumato o frantumato da depositi alluvionali	Passante a 0,063 mm, UNI EN 933-2	≤ f _{1,5}
	Aggr. grosso frantumato da roccia		≤ f _{4,0}
	Sabbia non frantumata		≤ f _{3,0}

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	LIMITI DI ACCETTABILITÀ
	Sabbia frantumata		$\leq f_{10}$
Equivalente in sabbia e valore di blu		UNI EN 933-8-9	ES ≥ 80 MB ≤ 1 g/kg di sabbia
Presenza di pirite, marcasite, pirrotina	Analisi petrografica	UNI EN 932-3	assenti
Presenza di sostanze organiche	Determinazione colorimetrica	UNI EN 1744-1	Per aggregato fine: colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento
Presenza di forme di silice reattiva, incluso quarzo ad estinzione ondulata	- prova accelerata su provini di malta	UNI 8520-22	Espansione < 0,1%
	- metodo del prisma di malta (se è superato il limite per la prova accelerata)		Espansione < 0,05% a 3 mesi oppure < 0,1% a 6 mesi
Presenza di cloruri solubili	Analisi chimica	UNI EN 1744-1	Cl- < 0,1 % rispetto al peso di cemento per c.a.p. e < 0,2 % per c.a. normale
Coefficiente di forma e di appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma SI e di appiattimento FI	UNI EN 933-3 UNI EN 933-4	FI e SI $\geq 0,15$ (Dmax=32 mm) FI e SI $\geq 0,12$ (Dmax=64 mm)
Dimensioni per il filler	Passante ai vagli	EN 933-10	Vaglio 2mm= 100 0,125 mm 85-100 0,063 m 75-100
Frequenza delle prove	La frequenza sarà definita dalla Direzione Lavori. Dovranno comunque essere eseguite prove: in sede di prequalifica, per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava; ogni 8.000 m ³ di aggregati		

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	LIMITI ACCETTABILITÀ	DI
	impiegati.			

2.4 ACQUA DI IMPASTO

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

l'acqua potabile;

acqua proveniente da depuratori delle acque di aggettamento di cantiere;

l'acqua di riciclo degli impianti di betonaggio;

qualora rispondenti ai requisiti indicati nella UNI EN 1008.

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

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

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

2.5 ACCIAIO PER C.A.

E' ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili ad aderenza migliorata qualificati e controllati con le modalità previste dal D.M. in vigore (D.M. 14/01/2008) e dalle norme armonizzate per i materiali da costruzione EN 10080.

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

		Classe C	Requisito o frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk} o f_{0.2k} (MPa)		≥450	5.0
Tensione caratteristica di rottura F_{tk} (MPa)		≥540	5.0
Valore minimo di k = (f_t/f_{yk})		≥ 1.15 < 1.35	10.0
Deformazione caratteristica al carico massimo, ε_{uk} (%)		≥ 7.5	10.0
Attitudine al piegamento		Prova di piegamento/raddrizzamento	
Tolleranza massima dalla massa nominale (%)	Diametro nominale della barra (mm) ≤ 8 > 8	±6.0 ±4.5	5.0

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

		Classe A	Requisito o frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk} o f_{0.2k} (MPa)		≥450	5.0
Tensione caratteristica di rottura F_{tk} (MPa)		≥540	5.0
Valore minimo di k = (f_t/f_{yk}) (*)		> 1.05	10.0
Deformazione caratteristica al carico massimo, ε_{uk} (%) (*)		≥ 2.5	10.0
Attitudine al piegamento		Prova di piegamento/raddrizzamento	
Tolleranza massima dalla massa nominale (%)	Diametro nominale della barra (mm) ≤ 8 > 8	±6.0 ±4.5	5.0

2.6 RETI IN BARRE DI ACCIAIO ELETTRISALDATE

Le reti saranno realizzate con acciaio in barre ad aderenza migliorata saldabili del tipo previsto per l'acciaio per c.a., di diametro compreso fra 5 e 12 mm, con distanza assiale non superiore a 330 mm. I nodi (incroci) delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la UNI EN ISO 15630-2 e pari al 30% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore.

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

2.7 ACCIAIO PER STRUTTURE METALLICHE

Si riepiloga lo schema sintetico di designazione:

- S simbolo S: acciaio per impiego strutturale;
- 355 indicazione del carico unitario di snervamento minimo prescritto per spessori ≤ 16 mm, espresso in N/mm²;
- J0, J2, K2 designazione della qualità relativamente alla saldatura ed ai valori di resilienza prescritti;
- W indicazione di acciaio CORTEN;
- Gx, Gy stato di fornitura a discrezione del produttore;

Tutti i materiali impiegati dovranno essere qualificati e marcati CE ai sensi del Regolamento UE n°305/2011.

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

2.8 MISTO GRANULARE NON LEGATO PER FONDAZIONE

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

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

Serie UNI EN 933-1	Passante totale in peso %
setaccio 63	100
setaccio 40	95-100
setaccio 31.5	75-100
setaccio 16	53-80
setaccio 8	36-66
setaccio 6.3	31-61
setaccio 2	16-39
setaccio 0.5	8-23

- a) rapporto tra il passante al setaccio UNI EN 0.063 mm ed il passante al setaccio UNI EN 0,5 mm inferiore a 2/3.
- b) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30% in peso (UNI EN 1097-2/1999).
- c) equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio UNI EN 2 mm: compreso tra 25 e 65 (la prova va eseguita con dispositivo di scuotimento meccanico UNI EN 933-8/2000). Tale controllo deve anche essere eseguito sul materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia "65" potrà essere modificato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35 la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso d'elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza C.B.R. di cui al successivo comma.
- d) Indice di portanza C.B.R. (UNI EN 13286-47/2006 – Miscele non legate o legate con leganti idraulici – Parte 47: Metodo di prova per la determinazione dell'indice di portanza CBR, dell'indice di portanza immediata e del rigonfiamento) dopo quattro giorni d'imbibizione in acqua, eseguito sul materiale passante al crivello UNI 25 mm, non minore di 50. È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di $\pm 2\%$ rispetto all'umidità ottimale di costipamento. Se le miscele contengono oltre il 60% in peso d'elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi a, b, d, e, salvo nel caso citato al comma e) in cui la miscela abbia un equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

2.9 ACCIAI ZINCATI

Profilati, lamiera e tubi d'acciaio, di qualsiasi sezione, spessore o diametro, tanto in elementi singoli quanto assemblati in strutture composte, dovranno essere zincati per immersione in zinco fuso, nel rispetto delle prescrizioni della norma d'unificazione UNI EN ISO 1461: 2009 (Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio - Specificazioni e metodi di prova).

Per tutti i manufatti in lamiera zincata quali coperture, condotti, canali di gronda, converse, scossaline, compluvi, infissi, serrande, serbatoi per acqua e simili, se non altrimenti disposto dovranno essere impiegate lamiera zincate secondo il procedimento Sendzimir.

Lo strato di zincatura, inteso come massa di zinco, espressa in grammi al metro quadrato, presente complessivamente su ciascuna faccia della lamiera, se non diversamente specificato, non dovrà essere inferiore a:

- 190 g/m² per zincatura normale
- 300 g/m² per zincatura pesante.

3 NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

3.1 PREMessa

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, nè 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, nè alcuna preclusione in capo alla stazione appaltante.

L'Impresa dovrà eseguire le opere in ottemperanza alle Leggi, ai regolamenti vigenti ed alle prescrizioni degli enti competenti in materia di Lavori Pubblici, con particolare riferimento alle Norme Tecniche sottoelencate:

«Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche» di cui al D. M. 14/01/2008 in vigore, emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge n. 1086 del 5/11/1971, nonché dell'art. 1 della Legge n. 64 del 2/2/1974 (D.M. LL.PP. 2/8/1980, circ. LL.PP. n. 20977 del 11/11/1980, D.M. 11/3/1988 e successivi aggiornamenti);

«Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche", Circolare 2 febbraio 2009, n°617 C.S.LL.PP.

- «Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento» di cui al D.M.LL.PP. 20/11/1987, emanate in applicazione della Legge n. 64 del 2/2/1974;

- «Norme Tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate» di cui al D.M. LL.PP. 3/12/1987, emanate in applicazione della Legge n. 64 del 2/2/1974;

- agli ordini che la Direzione Lavori le impartirà, sulla base delle direttive che i competenti uffici della Società, in accordo con i Progettisti, riterranno di emettere.

Pertanto, fermo restando ogni altra responsabilità dell'Impresa a termini di legge, essa rimane unica e completa responsabile dell'esecuzione delle opere. Con cadenza giornaliera e con un anticipo minimo di 24 (ventiquattro) ore, rispetto allo svolgersi delle lavorazioni, l'Impresa dovrà comunicare in forma scritta (tramite telefax) alla Direzione Lavori, quali di queste ultime intenderà intraprendere. Ogni variazione rispetto a quanto programmato dovrà essere tempestivamente comunicata in forma scritta (tramite telefax) alla Direzione Lavori. In caso di mancata trasmissione del programma o di cambiamenti a questo apportati, la Direzione Lavori potrà procedere alla verifica ed al controllo di quanto eseguito tramite i mezzi di indagine (distruttivi e non distruttivi) che di volta in volta riterrà più opportuni. Gli oneri per l'esecuzione di ogni controllo supplementare saranno a totale carico dell'Impresa.

La conformità a quanto previsto dal progetto, sarà sancita dalla redazione di un apposito verbale

di constatazione, firmato dal Direttore dei Lavori o in sua vece dal Responsabile del Controllo Qualità Materiali, da lui incaricato e dal Direttore Tecnico dell'Impresa: il verbale riporterà, oltre ai dati identificativi della lavorazione, i tipi e la quantità dei controlli eseguiti.

Le presenti Norme Tecniche determinano in modo prioritario le modalità esecutive, i materiali, le lavorazioni; in altre parole, nel caso di discrepanze e difformità tra Norma Tecnica e descrizione delle lavorazioni contenuta nell'Elenco Prezzi, dovrà essere seguito, obbligatoriamente, quanto previsto nelle Norme Tecniche.

3.2 SCAVI

3.2.1 Norme generali

3.2.1.1 Definizioni e generalità

Per scavo s'intende l'asportazione dalla loro sede di terreni e materiali litoidi di qualsiasi natura. L'asportazione comprende la rimozione dei materiali scavati ed il loro trasporto per l'eventuale riutilizzo nell'ambito del cantiere o per la destinazione a rifiuto.

Gli scavi sono di norma finalizzati a realizzare superfici o volumi cavi a geometria definita.

In relazione agli spazi operativi disponibili, alla vicinanza di strutture preesistenti, alle geometrie da rispettare ed alla consistenza dei materiali da scavare gli scavi potranno essere eseguiti a mano, con mezzi meccanici e con l'impiego di esplosivi.

L'Appaltatore dovrà provvedere ad apporre alle aree di scavo opportune recinzioni e segnaletiche diurne e notturne secondo le vigenti norme di legge.

L'Appaltatore dovrà adottare tutte le cautele necessarie (indagini preliminari, sondaggi, scavi campione ecc.) per evitare il danneggiamento di manufatti e reti interrato di qualsiasi natura, compresa tra le cautele la temporanea sostituzione dei manufatti o deviazione delle reti ed il tempestivo ripristino a fine lavori.

Nell'esecuzione dei lavori di scavo l'Appaltatore dovrà farsi carico delle prescrizioni e degli oneri di seguito elencati a titolo descrittivo e non limitativo.

3.2.1.2 La geometria degli scavi

L'Appaltatore è tenuto a rispettare la geometria degli scavi prevista dal Progetto. In particolare dovrà rifinire il fondo e le pareti dello scavo secondo quote e pendenze di Progetto, curando anche che il fondo degli scavi sia compattato secondo le indicazioni del Progetto.

Per quanto riguarda le opere di sostegno multistratificate, nessuno scavo potrà essere eseguito al disotto della quota prevista per la realizzazione dell'ordine di tiranti in corso, se prima l'ordine stesso non sarà completato e messo in tensione.

Qualora negli scavi si fossero superati i limiti assegnati, l'Appaltatore dovrà ricostituire i volumi scavati in più, utilizzando materiali idonei.

Prima di procedere a fasi di lavoro successive, l'Appaltatore dovrà segnalare l'avvenuta ultimazione degli scavi per eventuale ispezione da parte della Direzione Lavori.

3.2.1.3 Puntellature, franamenti, scavo per campioni

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

Nel caso di franamento degli scavi è a carico dell'Appaltatore procedere alla rimozione dei materiali ed al ripristino del profilo di scavo. Nulla è dovuto all'Appaltatore per il mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato per le armature e sbatacchiature.

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

L'appaltatore, in contraddittorio con la D.L., dovrà prevedere tutti gli opportuni e necessari accorgimenti realizzativi (opere, riprofilature, berme intermedie, regimazione e allontanamento delle acque superficiali, proiezione di betoncino stabilizzante, ...) per garantire durante tutte le fasi del lavoro la stabilità dei fronti di scavo con adeguati margini di sicurezza.

La realizzazione degli scavi deve avvenire per conci successivi, la cui estensione dovrà essere ponderata in situ alla luce di:

condizioni idrauliche

effettive condizioni di stabilità del fronte (condizioni geotecniche, stratigrafiche)

necessità di interventi e/o accorgimenti.

La fasistica e la tempistica realizzativa degli scavi deve essere tale da garantire la stabilità a breve termine anche in riferimento alla natura dei terreni (permeabilità, granulometria, plasticità, ecc.).

In ogni caso, i tempi di apertura degli scavi dovranno essere sufficientemente contenuti al fine di considerare realistiche le ipotesi di condizioni non drenate e scongiurando il rischio di fenomeni di rilascio tensionale e rotture progressive dei terreni coinvolti (decadimento della resistenza al taglio).

Le pendenze degli scavi provvisori riportate sugli elaborati grafici di progetto sono del tutto indicative e dovranno essere verificate alla luce delle effettive condizioni geotecniche, stratigrafiche ed idrauliche in sito.

3.2.1.4 Disboscamento e regolazione delle acque

L'Appaltatore dovrà inoltre procedere, quando necessario:

- al taglio delle piante, all'estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti, ecc. ed all'eventuale loro trasporto in aree apposite;

L'Appaltatore dovrà assicurare in ogni caso il regolare deflusso delle acque, facendosi carico di tutti gli oneri derivanti dal loro eventuale smaltimento e/o trattamento secondo le vigenti norme di legge (DLgs 152/2006).

3.2.1.5 Materiali di risulta: riutilizzo e sistemazione a deposito

I materiali provenienti dagli scavi dovranno essere caratterizzati dal punto di vista della compatibilità ambientale, a cura dell'Appaltatore, in accordo con la normativa vigente (DLgs 152/2006).

Nel caso in cui venga accertata la compatibilità ambientale, tale materiale potrà essere utilizzato secondo quanto previsto negli elaborati di Progetto e l'Appaltatore dovrà, tra l'altro, farsi carico dell'eventuale deposito temporaneo e custodia degli inerti.

Nel caso contrario, i materiali di scavo dovranno essere trattati come un rifiuto e potranno essere riutilizzati o smaltiti secondo quanto previsto nelle normativa vigente.

Qualora l'Appaltatore dovesse eseguire scavi in terreni lapidei, quando questi fossero giudicati idonei dalla Direzione Lavori, potranno essere riutilizzati per murature. La parte residua potrà essere reimpiegata nell'ambito del lotto per la formazione di rilevati o di riempimenti, avendola ridotta a pezzatura di dimensioni non superiori a 30 cm, secondo il disposto delle presenti Norme. I materiali utilizzabili dovranno eventualmente essere trattati per ridurli alle dimensioni opportune secondo le necessità e le prescrizioni delle presenti Norme, ripresi anche più volte e trasportati nelle zone di utilizzo, a cura e spese dell'Appaltatore

3.2.2 Scavi di sbancamento

Sono così denominati gli scavi occorrenti per:

- la formazione del sedime d'imposta dei fabbricati;
- le gradonature di ancoraggio dei rilevati, previste per terreni con pendenza superiore al 20%;
- la bonifica del piano di posa di rilevati o di altre opere;
- lo spianamento del terreno;
- l'impianto di opere d'arte;
- il taglio delle scarpate di trincee o di rilevati;

3.2.3 Scavi di fondazione

Per scavi di fondazione s'intendono quelli chiusi da pareti, di norma verticali, riproducenti il perimetro dell'opera, effettuati al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno lungo il perimetro medesimo.

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

Gli scavi saranno, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, spinti alle necessarie profondità, fino al rinvenimento del terreno della capacità portante prevista in Progetto.

Qualora si rendesse necessario dopo l'esecuzione dello scavo, il ripristino delle quote per l'impronta della fondazione dell'opera, i materiali da utilizzare saranno i seguenti:

- 1- per uno spessore di 30÷50 cm, sabbia fine lavata;
- 2- per il rimanente spessore, materiali appartenenti al gruppo A1, anche provenienti da scavi.

Al termine del ripristino dei piani d'imposta, salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate dalla necessità di garantire maggiore stabilità alla fondazione, il modulo di deformazione M_d al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm), dovrà risultare non inferiore a 40 MPa nell'intervallo tra 1,5÷2,5 daN/cm².

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

Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpa aventi la pendenza minore di quella prevista, ma in tal caso, nulla è dovuto per il maggiore scavo di fondazione e di sbancamento eseguito di conseguenza.

L'Appaltatore dovrà evitare che il terreno di fondazione subisca rimaneggiamenti o deterioramenti prima della costruzione dell'opera. In particolare eventuali acque ruscellanti o stagnanti dovranno essere allontanate dagli scavi.

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

L'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese al riempimento, con materiali idonei sia dal punto di vista prestazionale che della compatibilità ambientale (DLgs 152/2006), dei vuoti residui degli scavi di fondazione intorno alle murature ed al loro costipamento fino alla quota prevista. Per gli scavi a sezione obbligata, necessari per la collocazione di tubazioni, l'Appaltatore dovrà provvedere al rinterro, con materiali idonei, sopra le condotte e le fognature.

Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. 11/3/1988 solo per quanto ricadente nei casi ricompresi nel par.2.7 delle NTC 2008, diversamente dovranno essere applicate queste ultime e successivi aggiornamenti.

3.2.4 Scavi subacquei e scavi all'asciutto

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

Comunque, ove possibile, gli scavi verranno eseguiti all'asciutto, cioè in assenza di accumuli d'acqua sul fondo dello scavo. Allo scopo l'Appaltatore dovrà predisporre adeguati drenaggi e aggettamenti per captare e allontanare con continuità eventuali venute d'acqua di filtrazione o di ruscellamento.

I mezzi predisposti per l'aggettamento dell'acqua dovranno essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento del fondo dello scavo.

Resta comunque inteso che, nell'esecuzione di tutti gli scavi, l'Appaltatore dovrà provvedere, di sua iniziativa ed a sua cura e spese:

ad assicurare il naturale deflusso delle acque che si riscontrassero scorrenti sulla superficie del terreno, allo scopo di evitare che esse si versino negli scavi;

a togliere ogni impedimento o ogni causa di rigurgito, che si opponesse così al regolare deflusso delle acque, anche ricorrendo all'apertura di canali fuggatori;

agli adempimenti previsti dalle vigenti leggi in ordine alla tutela delle acque dall'inquinamento;

all'espletamento delle pratiche per l'autorizzazione allo scarico nonché agli oneri per l'eventuale trattamento /smaltimento delle acque.

3.3 PALANCOLE

3.3.1 Definizione

Le palancole Larssen sono eseguite a contorno e a difesa degli scavi per fondazione e a completa tenuta d'acqua; avranno caratteristiche: peso, lunghezza e profilo secondo quanto previsto in Progetto e tali che, oltre ad avere una sufficiente robustezza per resistere alla spinta delle terre, non lascino filtrare acqua dalle pareti.

3.3.2 Normative di riferimento

- Norma EN 996:1995 piling equipment- safety requirements
- Norma EN 12063: "Esecuzione di lavori geotecnica speciali – Palancole" (2002)
- Norma EN 10219-1,1997 "Cold Formed structural welded hollow sections of non-alloy and fine grain steels- part1 –technical delivery requirements"
- Norma EN 10219-2,1997 "Cold Formed structural welded hollow sections of non-alloy and fine grain steels- part2 –tolerances,dimensions and sectional properties"
- Norma UNI EN 10248-1,1997 : "Palancole laminate a caldo di acciai non legati – Condizioni tecniche di fornitura"
- Norma UNI EN 10248-2,1997: "Palancole laminate a caldo di acciai non legati – tolleranze dimensionali e di forma"
- Norma UNI EN 10249-1 : "Palancole profilate a freddo di acciai non legati – Condizioni tecniche di fornitura"
- Norma UNI EN 10249-2: "Palancole profilate a freddo di acciai non legati – tolleranze dimensionali e di forma"
- Norma EN 288-2:1997: "Specification and approval of welding procedure for metallic material – Part ,welding procedures specification for arc welding"
- Norma EN 288-3:1997: "Specification and approval of welding procedure for metallic material – Part ,welding procedures test for arc welding of steel"
- Norma EN 288-3:1997: "Specification and approval of welding procedure for metallic material – Part ,welding procedures test for arc welding of steel"
- Norma EN 29692:1994: "Metal-arc welding with covered electrode, gas shielded metal arc welding and gas welding-joint preparation steel (ISO 9692:1992)

3.3.3 Soggezioni geotecniche e geoidrologiche ed ambientali generali

L'installazione di palancole presuppone da parte dell'Appaltatore la conoscenza, oltre che delle prescrizioni di Progetto circa le caratteristiche degli elementi, anche delle informazioni inerenti il terreno da attraversare.

In particolare l'Appaltatore dovrà valutare con attenzione i seguenti particolari aspetti:

- presenza di strati di materiale duro o roccia, di massi rocciosi, che possono causa di difficoltà di attraversamento e richiedono l' uso di utensili speciali,

- chimica dei materiali da attraversare e dell' acqua di falda, con presenza di componenti che possono avere effetti negativi sui materiali utilizzati.

Dove sono previste condizioni di stretta interferenza con strutture confinanti alla zona di costruzione, si presuppone da parte dell' Appaltatore la conoscenza dello stato in essere. In particolare, esiste l'obbligo per l' Appaltatore di verifica e collaborazione nella realizzazione di tutte le opere di presidio dei terreni interrati dando luogo alla preparazione dei piani di lavoro tali da garantire la corretta esecuzione dei lavori in condizioni di sicurezza, al fine di evitare possibili inconvenienti a cose o persone.

I sottoservizi, sottostrutture tubazioni e cavi elettrici, eventualmente presenti nel volume di terreno interessato dagli scavi, dovranno essere preventivamente individuati e deviati in modo da evitare che risultino danneggiati, o provochino danni, a seguito delle lavorazioni.

Per gli aspetti e le problematiche esecutive relative a temi ambientali, quali presenza d'inquinanti nel terreno, si rimanda integralmente a quanto prescritto dalla Normativa Nazionale e Regionale vigente e alle prescrizioni degli Enti preposti alla tutela ambientale.

Inoltre durante le lavorazioni dovrà essere posta attenzione a:

- lavorazioni in adiacenza a strade aperte al traffico o edifici abitati che dovranno essere eseguite con tutte le segnalazioni e le precauzioni idonee ad evitare danni a persone o cose;
- lavorazioni in adiacenza di linee ferroviarie;
- lavorazioni in adiacenza a linee elettriche aeree in esercizio, che dovranno svolgersi nel rispetto delle distanze prescritte;
- disturbi alle persone provocati dalle vibrazioni e dai rumori causati dall'infissione delle palancole (norme UNI9614 e ISO 2631);
- danni che l'installazione delle palancole può arrecare alle opere vicine a causa delle vibrazioni, degli spostamenti orizzontali e/o verticali del terreno, provocati durante l'infissione (norme UNI9916 e ISO4866).

Durante l'infissione delle palancole, la Direzione Lavori potrà richiedere misure vibrazionali di controllo per accertare che l'installazione delle palancole infisse non danneggi le proprietà vicine.

Qualora nel corso delle misure vibrazionali fossero superati i limiti di accettabilità previsti dalle norme, l'Appaltatore dovrà sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori i provvedimenti che intende adottare. È altresì richiesta la presentazione di un programma di lavori in cui sia dettagliatamente esplicitata la successione cronologica di installazione delle palancole.

3.3.4 Prove tecnologiche preliminari

Qualora sia prevista l' installazione di palancole in prossimità di strutture sensibili, prima di dare inizio ai lavori, la metodologia esecutiva e nella stessa sequenza esecutiva prevista, dovrà essere messa a punto dall' Appaltatore mediante la messa in opera di un adeguato numero di elementi non inferiore al 2% del numero totale previsto.

Le prove dovranno essere eseguite alla presenza della Direzione Lavori cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi.

Durante tali prove dovranno essere previste misure vibrazionali sulle strutture interessate. Ciò premesso le prove tecnologiche saranno totalmente a carico dell' Appaltatore. Qualora l'Appaltatore proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva sperimentata ed approvata inizialmente, si dovrà dar corso alle prove tecnologiche sopradescritte.

3.3.5 Preparazione del piano di lavoro

Il piano di lavoro dovrà avere le caratteristiche di portanza e capacità drenante, in modo tale da garantire le condizioni di sicurezza per la movimentazione e per le operazioni a cui sono adibite le attrezzature utilizzate per le lavorazioni in oggetto.

Per palancolati in alveo in presenza di battente d'acqua fluente, l'Appaltatore predisporrà la fondazione di un piano di lavoro a quota sufficientemente elevata rispetto a quella dell'acqua per renderlo transitabile ai mezzi semoventi portanti le attrezzature di infissione o di perforazione e relativi accessori e di tutte le altre attrezzature di cantiere

3.3.6 Materiali

Ogni partita di materiale approvvigionato dovrà essere accompagnata da un attestato di conformità, in accordo con il D.M. 246 del 21 Aprile 1993, attestante le caratteristiche meccaniche e geometriche dichiarate dal fornitore.

I profilati devono essere conformi alle seguenti norme:

UNI EN 10248-1, UNI EN 10248-2, UNI EN 10249-1, UNI EN 10249-2.

Nel caso siano utilizzati sezioni tubolari esse dovranno essere conformi alle norme UNI EN10219-1 e UNI EN10219-2.

Qualora sia richiesta la impermeabilità del giunto di accoppiamento, l' Appaltatore dovrà fornire tutti i dettagli tecnici relativi al sigillante utilizzato. In particolare dovrà dimostrare che il materiale utilizzato non viene danneggiato nella fase di accoppiamento degli elementi sia che non è affetto da deterioramento a lungo termine, precisandone eventualmente i valori garantiti di durata.

3.3.7 Installazione

3.3.7.1 Attrezzature

L'attrezzatura d'infissione e di estrazione deve avere caratteristiche conformi allo scopo di assicurare il raggiungimento della profondità d'infissione richiesta in funzione del profilo stratigrafico e della possibilità di dovere estrarre gli elementi non definitivi.

Le attrezzature impiegate dovranno essere conformi alle norme EN996;

L' installazione dell' elemento potrà avvenire per battitura, vibrazione o per un combinazione dei due sistemi.

Nel caso di battitura, l'Appaltatore dovrà fornire tutte le informazioni concernenti il sistema di infissione che intende utilizzare:

- marca e tipo di battipalo;
- principio di funzionamento del battipalo;

- energia massima di un colpo e relativa possibilità di regolazione;
- numero dei colpi al minuto e relativa possibilità di regolazione;
- efficienza del battipalo;
- caratteristiche del cuscino (materiale, diametro, altezza), la sua costante elastica e il suo coefficiente di restituzione;
- peso della cuffia;
- peso degli eventuali adattatori;
- peso del battipalo.

Nel caso di infissione per vibrazione, L'Appaltatore dovrà fornire tutte le informazioni concernenti il sistema di vibrazione che intende utilizzare:

- peso della morsa vibrante;
- ampiezza e frequenza del vibratore.

La forza centrifuga e l' ampiezza del vibratore dovranno essere scelte in funzione della sezione della palancola, del terreno e delle condizioni al contorno quali la presenza di strutture. In prossimità di strutture sensibili, e' obbligatorio l'impiego di vibratorii ad alte frequenza (> 2000 vpm o 33 Hz) e dotati di sistemi anti-risonanti per la fase di avvio e di arresto delle masse eccentriche.

3.3.7.2 Tracciamento

Prima di iniziare l'infissione si dovrà, a cura e spese dell'Appaltatore, indicare sul terreno la posizione del palancolato.

L'Appaltatore dovrà presentare:

- una pianta della palancolata con la posizione planimetrica di tutti gli elementi;
- un programma cronologico di infissione elaborato in modo da minimizzare gli effetti negativi dell'infissione stessa sulle opere vicine.

3.3.7.3 Movimentazione e saldature

Durante la fase di messa in opera, l' Appaltatore dovrà adottare tutti i provvedimenti necessari per garantire i requisiti di verticalità, complanarità e di mutuo incastro degli elementi costitutivi.

Lo stoccaggio e la movimentazione delle palancole in cantiere dovrà avvenire in modo tale da non provocare danneggiamenti e distorsioni dei profili metallici e dei giunti di accoppiamento, mediante l' utilizzo di speciali utensili quali pinze di aggancio appropriati distanziatori e selle di appoggio.

Le procedure di saldatura dovranno essere eseguite in modo tale da evitare fenomeni di incrudimento dell' acciaio e conseguente incremento di fragilità nella zona prossima alla saldatura, mediante opportuni processi di preriscaldamento che tengano conto del tipo del tipo di acciaio utilizzato (contenuto in carbonio equivalente), tipo di giunto e tipo di saldatura.

Le saldature dovranno essere conformi a quanto prescritto nelle norme EN 288 e EN 29692.

In caso in cui le palancole siano composte da più parti saldate, le saldature di due elementi adiacenti dovranno essere sfalsate di almeno mezzo metro.

3.3.7.4 Infissione

I criteri di battitura e gli elementi che ne influenzano il processo dovranno essere preventivamente definiti in modo che non si generino nelle palancole tensioni superiori a quelle ammissibili.

L' Appaltatore dovrà dimostrare tale presupposto con i metodi di calcolo noti nella letteratura tecnica (equazione dell' onda d' urto).

Qualora le condizioni del sito fossero tali da render incerta la valutazione, per via teorica, delle sollecitazioni indotte, la Direzione Lavori, nell' ambito delle prove tecnologiche preliminari, potrà richiedere che le prove di battitura siano eseguite in presenza di dispositivi di monitoraggio dinamico. Le misure dinamiche sulle palancole in fase di battitura verranno eseguite, secondo le modalità descritte nella norma ASTM 0-4945, durante l'intera fase di battitura di tutte le palancole del campo prova.

Durante la battitura dovranno essere sempre verificate che lo sforzo di trazione/compressione, nell' acciaio sia $\leq 0.9 \times F_{yk}$, ove: F_{yk} = resistenza caratteristica a snervamento dell' acciaio.

Le palancole dovranno essere infisse con l'ausilio di uno scavo guida d'invito, di dimensioni adeguate.

Saranno accettate le seguenti tolleranze sull'assetto geometrico delle palancole:

sulla posizione planimetria in testa ± 75 mm

deviazione rispetto alla verticale: $<2\%$;

L'Appaltatore è tenuto ad eseguire a suo esclusivo onere e spesa, tutte le opere sostitutive e/o complementari che a giudizio della Direzione Lavori si rendessero necessarie per ovviare all'esecuzione di elementi in posizione e/o con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, comprese palancole aggiuntive ed opere di collegamento.

Durante la fase d'infissione, L'Appaltatore potrà, previa approvazione della Direzione Lavori delle modalità utilizzate, ricorrere a delle iniezioni di acqua in pressione per facilitare il superamento di livelli granulari addensati.

In caso di qualsiasi anomalia rilevata nel corso dell'infissione e comunque nel caso di mancato raggiungimento della prevista quota finale, sia nel caso di infissione per battitura che per vibrazione, l'esecutore dovrà dare immediata informazione alla Direzione Lavori e concordare con la stessa gli interventi da eseguire.

3.3.7.5 Controlli e documentazione lavori

L'infissione di ogni singolo elemento o gruppi di elementi dovrà comportare la registrazione su apposita scheda, compilata dall'Appaltatore in contraddittorio con la Direzione Lavori, dei seguenti dati:

- identificazione degli elementi;
- data di infissione;
- caratteristiche del sistema di infissione;
- velocità di avanzamento/colpi maglio ogni 0,10 m;
- profondità raggiunta;

- profondità di Progetto;
- rifiuti di eventuale ribattitura.

Tale scheda dovrà essere riportata su apposito modello che dovrà essere trasmesso dall'Appaltatore alla Direzione Lavori.

3.4 DRENI

3.4.1 Dreni perforati nel terreno

3.4.1.1 Definizione e scopo

Si designano con il termine di dreni perforati quelli ottenuti inserendo nel terreno, grazie ad una trivellazione, un tubo almeno in parte filtrante.

Salvo esplicito diverso avviso si farà nel seguito riferimento a terreni sciolti e non a rocce lapidee.

I dreni hanno lo scopo di captare venute localizzate o di limitare al valore richiesto dal Progetto la quota massima della piezometrica della falda avente sede nei terreni attraversati.

Le caratteristiche del sistema drenante (tipo, interasse, lunghezza e disposizione dei dreni) sono quelle stabilite in Progetto.

3.4.1.2 Perforazione

La perforazione dovrà essere condotta con un unico calibro per tutto il tratto filtrante; si ammetterà un calibro maggiore per il solo tratto eventualmente equipaggiato con tubo cieco se ciò risulta utile per il raggiungimento della lunghezza totale richiesta.

In ogni caso durante la perforazione dovrà essere garantita la stabilità del foro anche mediante un rivestimento metallico provvisorio fino alla posa del tubo filtrante.

Si potranno adottare attrezzature a rotazione o a rotopercolazione e circolazione di acqua (preferibilmente) oppure di aria; non è ammessa la circolazione di fango bentonitico.

Al termine della perforazione il foro interamente rivestito dovrà essere sgombrato dai detriti residui mediante lavaggio con il fluido di circolazione.

La rigidità delle aste di perforazione dovrà essere tale da consentire di mantenere le deviazioni dell'asse del foro rispetto alla retta di Progetto entro un cono avente 1° 30' di semiapertura con vertice a bocca foro.

L'ordine d'esecuzione sarà tale da evitare la perforazione contemporanea di dreni posti ad interassi < 10 m.

3.4.1.3 Fornitura e posa del tubo filtrante

Il tubo filtrante sarà dotato di fessure calibrate di apertura adeguata alle caratteristiche del terreno, disposte lungo l'intera circonferenza oppure su un settore di 240°; in quest'ultimo caso le giunzioni dei tubi dovranno essere marcate e gli spezzoni di tubo dovranno essere assemblati in modo da mantenere per tutta la lunghezza il settore non fessurato nella medesima posizione rispetto all'asse del dreno, a cavallo della generatrice inferiore del tubo.

I tubi saranno costituiti da materiale plastico non alterabile (PVC, Polietilene o altro) che dovrà essere scelto sulla base del chimismo delle acque da drenare e del terreno nel quale il dreno viene installato. Il diametro interno dei tubi filtranti sarà quello previsto dal Progetto, che di norma sarà compreso tra 50 e 90 mm, salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori. I dreni saranno scanalati longitudinalmente e dovranno avere spessori e resistenze tali da garantire la corretta posa in opera

nelle diverse condizioni di applicazione e la invariabilità geometrica nel tempo; in ogni caso lo spessore non dovrà essere inferiore a 4,5 mm.

La differenza tra il diametro esterno del tubo filtrante (esclusi i manicotti di giunzione) ed il diametro interno del perforo o dell'eventuale rivestimento provvisorio dello stesso, non dovrà essere superiore a 20 mm.

3.4.1.4 Lavaggio e manutenzione dei dreni

Subito dopo l'installazione del tubo (o subito dopo l'ultimazione delle operazioni di cementazione di cui al paragrafo precedente) ciascun dreno dovrà essere abbondantemente lavato con acqua pulita.

Allo scopo si dovrà inserire entro il tubo una lancia con tratto terminale metallico, munito di ugelli a direzione radiale e di pattini che ne consentano lo scorrimento lungo il tubo senza danneggiarlo.

Il lavaggio con acqua verrà iniziato con la lancia inserita fino in fondo al tubo; esso verrà proseguito fino ad ottenere che l'acqua riemergente alla bocca del tubo sia limpida, ritirando poi gradualmente la lancia.

L'operazione di lavaggio dovrà essere ripetuta una o più volte durante il periodo iniziale di esercizio dei dreni e, nel seguito, fino al collaudo delle opere qualora le operazioni di ispezione e controllo ne rivelassero un parziale intasamento ad opera delle frazioni più fini del terreno attraversato.

Il primo lavaggio ed i lavaggi successivi dovranno conseguire lo scopo di selezionare granulometricamente il terreno nelle immediate adiacenze del tubo filtrante, in modo da creare un ulteriore filtro rovescio naturale che consenta a regime l'esercizio del dreno senza trasporto di materia solida.

3.4.1.5 Dreni in rocce lapidee

I dreni in rocce lapidee fessurate potranno essere costituiti da:

- semplici perforazioni non rivestite;
- perforazioni equipaggiate con tubi in materiale plastico bucherellati (diametro dei fori 4÷7 mm) ed avvolti da calze di geotessile;
- perforazioni equipaggiate con tubi in materiale plastico microfessurati.

Si useranno le prime in presenza di rocce con fessure non occupate da detriti fini, le seconde nel caso di fessure contenenti riempimenti argillosi e le ultime nel caso si incontrino detriti di granulometria prevalentemente compresa nel campo dei limi e delle sabbie.

Caratteristiche dei materiali costituenti i tubi drenanti e diametri delle perforazioni saranno analoghi a quanto indicato al punto 9.1.3.

3.4.1.6 Dreni in terreni argillosi

Verranno equipaggiati con tubi in materiale plastico bucherellati e rivestiti di calza in geotessile; non saranno sottoposti ad ulteriori lavaggi dopo l'installazione.

Per le rimanenti operazioni vale quanto indicato ai paragrafi precedenti.

3.5 BULLONI

3.5.1 Definizioni e tipologia

3.5.1.1 Bulloni di ancoraggio

I bulloni di ancoraggio trovano applicazione essenzialmente in roccia; essi sono elementi strutturali in esercizio sollecitati a trazione ed a taglio.

L'armatura è costituita da una unica barra metallica solidarizzata alla roccia per semplice cementazione o per frizione concentrata o diffusa su tutta la lunghezza mediante dispositivi ad espansione meccanica.

Per quanto riguarda:

- - parti componenti
- - modalità di sollecitazione
- - durata di esercizio

I bulloni non presentano differenza dai tiranti di ancoraggio, salvo essere generalmente caratterizzati dalla peculiarità di possedere dispositivi di ancoraggio provvisorio o definitivo ad espansione meccanica.

3.5.2 Materiali

Per la realizzazione di bulloni e chiodi si utilizzeranno barre in acciaio del tipo ad aderenza migliorata (a.m.), di qualità e caratteristiche conformi a quanto specificato nelle Norme.

E' consentito, ove espressamente previsto dai disegni di Progetto o autorizzato dalla Direzione Lavori, l'impiego di barre in acciai speciali ed anche a filettatura continua. Le caratteristiche di tali acciai dovranno essere certificate dal produttore, da verificare secondo regolamenti citati.

Per la realizzazione di chiodi si utilizzeranno anche tubolari metallici pre-schiacciati (tipo Swellex), di caratteristiche certificate dal produttore, da verificare secondo regolamenti citati.

3.5.3 Modalità operative

3.5.3.1 Bulloni di ancoraggio

Assemblato il bullone ed eseguita la perforazione, si procederà quindi con le operazioni in analogia a quanto previsto per i tiranti, tenendo conto che:

- nel caso di bulloni con ancoraggio meccanico, la connessione alla roccia si otterrà direttamente in fase di tensionamento.

3.5.3.1.1 Connessione mediante iniezioni di resine

Nell'esecuzione di iniezioni con resine sintetiche di bulloni e chiodi si adotteranno modalità operative conformi alle raccomandazioni fornite dal produttore, previa approvazione della Direzione Lavori.

Per barre di piccolo diametro ($\varnothing = 15 \div 20$ mm), e di lunghezza limitata a 3÷5 m, si potrà adottare il sistema a "cartuccia":

- la cartuccia, in vetro o in materiale plastico sottile, contenente i componenti della resina opportunamente separati, viene posizionata al fondo foro
- si infila quindi la barra, facendola ruotare per rompere la cartuccia e mescolare i componenti della resina, dando così luogo al processo di polimerizzazione.

Per barre di diametro e lunghezze superiori si adotteranno di norma resine fluide, iniettate tramite un condotto di mandata con ugello di fuoriuscita posto in prossimità del fondo del foro. La testata sarà dotata di un tubicino di sfato, di norma in rame, che sarà occluso per piegatura a iniezione completata.

3.5.3.1.2 Collaudo e bloccaggio

Le operazioni di collaudo saranno eseguite con criteri e valori di tiro analoghi a quelli indicati per i tiranti.

3.5.3.1.3 Protezione esterna

Anche per la protezione della testa del bullone si procederà con criteri analoghi a quelli indicati per i tiranti.

3.7 CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI E ARMATI

3.7.1 Materiali

3.7.1.1 Aggregati

Saranno impiegati esclusivamente aggregati muniti di Attestato di conformità CE, per i quali il produttore attui un controllo di produzione in fabbrica certificato da un Organismo notificato e dotati di marcatura CE.

Dovranno essere costituiti da elementi resistenti e poco porosi, non gelivi privi di quantità eccedenti i limiti ammessi di parti friabili, polverulente, scistose, piatte o allungate, conchiglie, cloruri, solfati solubili, argilla e sostanze organiche; non dovranno contenere i minerali pericolosi: pirite, marcasite, pirrotina, gesso e quantità nocive di materiali reattivi agli alcali.

Per ciascuna delle cave di provenienza dei materiali dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI EN 932-3) presso un Laboratorio Ufficiale, l'assenza dei minerali indesiderati suddetti e di forme di silice reattiva verso gli alcali contenuti nel calcestruzzo (in particolare: opale, calcedonio, tridimite, cristobalite, quarzo ad estinzione ondulata, selce, vetri vulcanici, ossidiane). Sarà cura dell'Impresa fornire alla Direzione Lavori le certificazioni di prove eseguite dall'impianto di betonaggio e/o dalla cava in sede di prequalifica, per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava e comunque ogni **8.000 m³** di aggregati impiegati.

Qualora si riscontri la presenza di forme di silice reattiva, la Direzione Lavori dovrà valutare ed attuare il livello di prevenzione appropriato, in base alla classe di esposizione e alla categoria delle opere, con riferimento alla UNI 8981-2 (2007).

Nella Tabella 20 A sono riepilogati i principali requisiti degli aggregati e le prove cui devono essere sottoposti, con l'indicazione delle norme di riferimento, delle tolleranze di accettabilità e della frequenza.

Tabella 20 A - Caratteristiche degli Aggregati

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	LIMITI DI ACCETTABILITÀ
Gelività degli aggregati	Gelività	UNI EN 1367-1	perdita di massa <4% dopo 10 cicli (Categoria F4 UNI EN 12620). Cat. F2 per Classe di Esposizione XF1 e XF2; Cat. F1 per C.E. XF3 e XF4
Assorbimento dell'aggregato grosso per classi di esposizione XF	Assorbimento	UNI EN 1097-7	< 1%
Resistenza alla abrasione	Los Angeles	CNR 34 e UNI EN 1097-2	Perdita di massa L.A. 30% Cat. LA ₃₀ Per Classi di resistenza C60 o

			superiori si impiegherà la categoria L.A. ₂₀
Compattezza degli aggregati	Degradabilità di solfato di magnesio	UNI EN 1367-2	perdita di massa dopo 5 cicli $\leq 10\%$
Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica degli aggregati	UNI EN 1744-1	$SO_3 \leq 0,1\%$
Contenuto di polveri	Aggr. grosso non frantumato o frantumato da depositi alluvionali	Passante a 0,063 mm, UNI EN 933-2	$\leq f_{1,5}$
	Aggr. grosso frantumato da roccia		$\leq f_{4,0}$
	Sabbia non frantumata		$\leq f_{3,0}$
	Sabbia frantumata		$\leq f_{10}$
Equivalentente in sabbia e valore di blu		UNI EN 933-8-9	ES ≥ 80 MB ≤ 1 g/kg di sabbia
Presenza di pirite, marcasite, pirrotina	Analisi petrografica	UNI EN 932-3	assenti
Presenza di sostanze organiche	Determinazione colorimetrica	UNI EN 1744-1	Per aggregato fine: colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento
Presenza di forme di silice reattiva, incluso quarzo ad estinzione ondulata	- prova accelerata su provini di malta	UNI 8520-22	Espansione < 0,1%
	- metodo del prisma di malta (se è superato il limite per la prova accelerata)		Espansione < 0,05% a 3 mesi oppure < 0,1% a 6 mesi
Presenza di cloruri solubili	Analisi chimica	UNI EN 1744-1	Cl ⁻ < 0,1 % rispetto al peso di cemento per c.a.p. e < 0,2 % per c.a. normale
Coefficiente di forma	Determinazione	UNI EN 933-3	FI e SI $\geq 0,15$ (D _{max} =32 mm)

e di appiattimento	dei coefficienti di forma SI e di appiattimento FI	UNI EN 933-4	FI e SI $\geq 0,12$ (Dmax=64 mm)
Dimensioni per il filler	Passante ai vagli	EN 933-10	Vaglio 2mm= 100 0,125 mm 85-100 0,063 m 75-100

È consentito l'impiego di aggregato di recupero dall'acqua di lavaggio in misura non superiore al 5% dell'aggregato totale.

La curva granulometrica delle miscele di aggregato per conglomerato cementizio dovrà essere tale da ottenere la minima richiesta d'acqua a parità di dosaggio di cemento e di lavorabilità dell'impasto e dovrà permettere di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, ecc.) che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, durabilità, ecc.).

Le singole frazioni necessarie a comporre la curva granulometrica non dovranno sovrapporsi per più del 15% e il diametro inferiore (d) della frazione (i+1)-esima dovrà risultare minore o uguale al diametro superiore (D) della frazione i-esima.

Nella composizione della curva granulometrica nessuna frazione potrà essere dosata in percentuale maggiore del 45%, salvo preventiva autorizzazione del Direttore dei Lavori.

La curva granulometrica dovrà risultare costantemente compresa nel fuso granulometrico dichiarato dal produttore (con tolleranza di ± 10 % rispetto alla curva di riferimento) ed approvato dalla Direzione dei Lavori e dovrà essere verificata ogni 1000 m³ di aggregati impiegati.

Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla granulometria della sabbia e al suo contenuto di fini allo scopo di ridurre al minimo il fenomeno dell'essudazione (bleeding) nel conglomerato cementizio. All'impianto di betonaggio dovranno essere impiegate almeno tre dimensioni dell'aggregato delle categorie Gc85/20 per Dmax fino a 11,2 mm, Gc90/15 per Dmax maggiore di 11,2 mm e Gf85 per le sabbie (UNI EN 12620).

Rispetto alla dimensione massima dichiarata (Dmax) dell'aggregato combinato, deve essere presente una sovraclasse da 2 a 5 %.

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

- minore di 1/5 della dimensione minima delle strutture;
- minore della spaziatura minima tra le barre di armatura, diminuita di 5 mm;
- minore di 1,3 volte lo spessore del copriferro tranne che per interni di edifici (in tal caso dovrà risultare non maggiore del copriferro).

Per calcestruzzo pompato il modulo di finezza della sabbia dovrà essere compreso tra 2.4 e 3.0, la percentuale di passante al vaglio da 0.25 mm dovrà essere compresa tra il 10 e il 20% in peso, la percentuale di passante allo 0.125 dovrà essere compresa tra il 5 e il 10% in peso;

3.7.1.2 Additivi

Gli additivi dovranno rispondere alle Norme UNI EN 934-2, UNI 10765.

L'Appaltatore dovrà impiegare esclusivamente additivi muniti di Attestato di conformità CE, per i quali il produttore attui un controllo di produzione in fabbrica certificato da un Organismo notificato e dotati di marcatura CE, secondo Le informazioni riportate nella certificazione di marcatura CE dovranno essere quelle pertinenti essenziali, tra quelle incluse nell'appendice ZA della UNI EN 934-2. I produttori dovranno operare con un sistema di gestione della qualità certificato secondo UNI 9001. Nel caso di uso contemporaneo di più additivi (esclusivamente dello stesso produttore) l'Appaltatore dovrà fornire alla Direzione Lavori la documentazione della loro compatibilità.

Ad ogni carico di additivo giunto in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori, copia fotostatica del documento di trasporto e l'Attestato di Conformità CE.

La quantità di additivo liquido che superi 3 l/m³ di calcestruzzo deve essere presa in conto nel calcolo del rapporto a/c.

Gli additivi dovranno essere aggiunti al conglomerato cementizio nel premiscelatore o nell'autobetoniera contemporaneamente all'acqua d'impasto con un sistema meccanico che consenta di aggiungere l'additivo con una tolleranza sulla quantità prescritta non superiore al 5% ed inoltre che assicuri la sua uniforme distribuzione nella massa del conglomerato cementizio durante il periodo di miscelazione.

3.7.1.2.1 Additivi fluidificanti e superfluidificanti

Allo scopo di realizzare conglomerati cementizi impermeabili e durevoli a basso rapporto a/c ed elevata lavorabilità (vedi tab. 20 H) si farà costantemente uso di additivi riduttori d'acqua fluidificanti e superfluidificanti approvati dalla Direzione Lavori.

A seconda delle condizioni ambientali e dei tempi di trasporto e lavorazione, potranno essere impiegati anche additivi multifunzionali ad azione fluidificante-aerante, fluidificante-ritardante e fluidificante-accelerante. Non dovranno essere impiegati additivi contenenti cloruro in misura maggiore dello 0,10% in massa.

Il loro dosaggio dovrà essere definito in fase di qualifica dei conglomerati cementizi sulla base delle indicazioni riportate nella documentazione tecnica del fornitore.

La scelta degli additivi fluidificanti dovrà essere basata, tenendo conto della stagione d'impiego:

- sull'effettività capacità di riduzione d'acqua a consistenza S4-S5 per confronto con calcestruzzo privo di additivo . Tale capacità dovrà essere verificata con prove di laboratorio eseguite impiegando aggregati asciutti di cui sia noto l'assorbimento, ad una temperatura ambiente simile a quella prevedibile della stagione di impiego per ciascuna miscela,

- sul mantenimento della lavorabilità che deve essere appropriato alle lavorazioni ed alle stagioni previste, assicurando una perdita di slump non superiore a 20-40 mm tra la centrale di betonaggio e il punto di getto, anche per tempi fino a 90 minuti.

Per ottimizzare i risultati si dovrà usare un additivo superfluidificante a rilascio progressivo a base carbossilato etere, avente le seguenti caratteristiche con un dosaggio di 1.0 - 1.4 l/100 kg di cemento:

- riduzione d'acqua non minore del 20 %,
- mantenimento della consistenza S4 per almeno 60 minuti,

3.7.1.2.2 Additivi aeranti

Per conglomerati cementizi soggetti durante l'esercizio a cicli di gelo-disgelo, si farà costantemente uso degli additivi aeranti normalizzati nella UNI EN 934-2.

Ricadono in questa prescrizione:

- tutti gli elementi strutturali situati a quote maggiori di 400 m slm, esclusi i precompressi; al di sotto di detta quota il progettista avrà stabilito se utilizzare calcestruzzi aerati in funzione delle condizioni climatiche prevalenti e dell'impiego di sale nelle operazioni invernali;

La percentuale di aria aggiunta varierà secondo quanto riportato nella Tabella 20 B in rapporto alla dimensione massima degli aggregati (Dmax) e sarà misurata sul conglomerato cementizio fresco prelevato all'atto della posa in opera secondo la relativa Norma UNI EN 12350-7.

Tabella 20 B- Dosaggio richiesto di aria aggiunta

Dmax Aggregati (mm)	% aria aggiunta	
	Minimo	Massimo
10,0	4.5	8.5
12,5	4.0	8
20,0	3.5	7.5
25,0	3,0	7
40,0	2,5	6.5
50,0	2,0	5
75,0	1,5	3

L'Appaltatore dovrà adottare le opportune cautele affinché, per effetto dei procedimenti di posa in opera e compattazione attuati, non si abbia una riduzione del tenore d'aria effettivamente aggiunta al di sotto dei limiti della tabella. A tale scopo per la qualifica delle miscele aerate si dovrà procedere alla misura della differenza del contenuto d'aria del calcestruzzo fresco alla centrale di betonaggio e del calcestruzzo fresco dopo il trasporto, la posa in opera e la compattazione nel manufatto.

Il contenuto d'aria aggiunta nel conglomerato cementizio indurito potrà essere verificato con il procedimento descritto nella UNI EN 480-11. Qualora si riscontri una carenza d'aria rispetto ai quantitativi minimi prescritti, si opererà un deprezzamento del 10% del conglomerato per ogni per cento di aria in meno, fino al 30 %.

Per gli elementi strutturali precompressi non si userà calcestruzzo aerato. Se si prevede l'esposizione a cicli gelo-disgelo, il calcestruzzo deve essere resistente al gelo e la verifica deve effettuarsi con un metodo di prova adatto per un calcestruzzo aerato (UNI 7087). In climi severi e dove si faccia uso di sale, per tali elementi si ricorrerà alla protezione superficiale mediante sistemi protettivi pellicolari. Sui pulvini di opere situate in località in cui si prevedano le operazioni invernali, dovranno sempre essere applicati sistemi protettivi pellicolari.

3.7.1.2.3 Additivi ritardanti e acceleranti

Gli additivi ritardanti riducono la velocità iniziale delle reazioni tra il legante e l'acqua aumentando il tempo necessario ai conglomerati cementizi per passare dallo stato plastico a quello rigido, senza influenzare lo sviluppo successivo delle resistenze meccaniche, dopo la maturazione a 28 d.

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

Preferibilmente verranno impiegati additivi multifunzionali ad azione fluidificante-ritardante o fluidificante-accelerante.

I tipi ed i dosaggi impiegati rispondenti alla normativa UNI EN 934-2, o UNI EN 10765 dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

3.7.1.3 Aggiunte

È ammesso l'impiego di aggiunte sia idrauliche che inerti in conformità alla UNI EN 206-1.

3.7.1.3.1 Ceneri volanti

Le ceneri volanti, dovranno provenire da centrali termoelettriche in grado di fornire un prodotto di qualità costante nel tempo e documentabile, che dovrà essere costantemente controllata.

Le caratteristiche delle ceneri volanti devono essere conformi alla UNI EN 450-1 e in particolare ai requisiti riportati nella

Tabella 20 C

Tabella 20 C. Caratteristiche delle ceneri volanti

Caratteristica	U.M.	Limiti di accettazione	Tolleranze	Frequenza prove
Perdita al fuoco (p.p.c.) (1 ora) UNI ENV 196/2	%	≤ 5,0	+ 2,0	- Ciascuna fornitura
Cl (cloruri) - UNI EN 196/21	%	≤ 0,1	+ 0,01	- trimestrale o 1000 t

Caratteristica	U.M.	Limiti di accettazione	Tolleranze	Frequenza prove
SO ₃ (anidride solforica) – UNI ENV 196/2	%	≤ 3,0	+ 0,5	- trimestrale o 1000 t
Ossido di calcio libero – UNI EN 451/1	%	≤ 1,0	+ 0,1	- mensile
Stabilità volumetrica (se l'ossido di calcio libero è compreso tra 1 e 2,5%) Prova le Chatelier UNI ENV 196-3	mm	≤ 10	+ 1,0	- mensile o 200 t
Contenuto totale di alcali EN 196-21 come sodio equivalente	%	< 4	+ 1	- mensile
Ossido di magnesio secondo EN 196-2	%	<3	+1	- mensile
Fosfato solubile (P ₂ O ₅)	mg/kg	<100		- mensile
Trattenuto al vaglio da 45 micron UNI EN 451/2	%	≤ 40	± 10	- mensile Settimanale
Massa Volumica Reale UNI ENV 196/6	t/m ³	val. medio dichiarato	± 150	- trimestrale o 1000 t
Indice di attività pozzolanica a 28 gg.	%	≥ 75	- 5	- mensile o 500 t
Indice di attività pozzolanica a 90 gg. (UNI EN 196/1 – cemento di rif. CEM I)		≥ 85	- 5	

Se si utilizzano cementi di tipo I 42.5 e II A/L 42.5, la quantità di ceneri potrà essere elevata fino al 33% del peso del cemento e potrà essere computata nel dosaggio del cemento e del rapporto A/C sostituendo al termine: "rapporto acqua/cemento" il termine " rapporto acqua/(cemento + k x cenere)" e al termine "dosaggio minimo di cemento" il termine: "dosaggio minimo di cemento + k x cenere ".

K assume i valori seguenti:

- CEM I 42.5 N,R K = 0.4
- CEM II A/L 42.5 N,R K = 0.2

Il dosaggio minimo di cemento in funzione della classe di esposizione (si veda la Tabella 20 H) può essere diminuito della quantità massima di K x (dosaggio minimo di cemento -200) kg/m³ .

Per gli altri tipi di cemento, il dosaggio delle ceneri volanti non deve superare il 25% del peso del cemento. In questo caso l'aggiunta non sarà computata in alcun modo nel dosaggio di cemento e nel calcolo del rapporto A/C.

Ove sia richiesto l'uso dei cementi resistenti ai solfati con basso tenore di C3A (alluminato tricalcico) l'aggiunta non è consentita.

L'eventuale maggior richiesta d'acqua potrà essere compensata con un maggior dosaggio di additivo.

Nella progettazione della miscela e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verificato che l'aggiunta di ceneri praticata non comporti un incremento della richiesta di additivo, per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di ceneri maggiore dello 0,2% sul cemento.

Qualora si debbano impiegare calcestruzzi aerati, si dovrà determinare mediante apposite prove l'eventuale maggior dosaggio di aerante necessario.

3.7.1.3.2 Silice ad alta superficie specifica (Fumo di silice)

Potranno essere impiegate aggiunte minerali in polvere costituite da silice amorfa ad elevatissima superficie specifica (fumo di silice), anche additivate con superfluidificanti di cui costituiscano un supporto.

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

La quantità di fumo di silice aggiunta all'impasto, limitata all'intervallo 5-10% sul peso del cemento, dovrà essere definita in sede di qualifica preliminare d'intesa con la Direzione Lavori, in relazione alle caratteristiche del calcestruzzo richieste in fase progettuale.

In via preliminare dovrà essere eseguita una verifica del campione mediante immersione di provini in soluzione al 30% di CaCl₂ a 5 °C per venti giorni senza che sui provini stessi si manifesti formazione di fessure o scaglie.

Le caratteristiche tecniche previste secondo la UNI EN 13263 dovranno essere quelle della Tabella 20 D.

Tabella 20 D Limiti di composizione per il fumo di silice

Parametri	Limiti
SiO ₂	>85%
CaO	<1,2%
SO ₃	<2,5%
Na ₂ O + K ₂ O	<4,0%
Cl ⁻	<0,2%
Area specifica B.E.T.	20-35 m ² /g
Silicio elementare, Si	< 0,5 %

Al fine di ottenere una corretta progettazione della miscela del conglomerato cementizio ove è previsto l'impiego di fumo di silice, il quantitativo di questa in relazione alla distribuzione delle parti

fini sarà considerato pari ad una stessa quantità di cemento. Per la definizione del rapporto a/c in relazione alla durabilità (si veda al punto 20.1.5.1), si potrà assumere $k = 1$.

Per l'ottenimento delle resistenze fino a 7 d l'apporto della silice non dovrà essere preso in considerazione.

3.7.1.3.3 Filler

Per migliorare la reologia delle miscele e ridurre il bleeding, è ammesso l'impiego di filler calcareo o di ceneri volanti. Questi materiali devono rispondere alle rispettive norme

- UNI EN 450 per le ceneri volanti
- UNI 8520-2 per il filler.

Le caratteristiche del filler devono risultare conformi ai requisiti della Tabella 20 E.

Tabella 20 E Caratteristiche e limiti ammissibili per i filler

Caratteristica	Limiti ammissibili	Metodo di prova
Granulometria	Devono essere rispettati i limiti del prospetto 7 della uni 12620	EN 933-10
Massa volumica dei granuli	La massa volumica deve essere espressa in termini di massa volumica dopo essiccazione in stufa e deve essere >2000	EN 1097-6
Contenuto di cloruri solubili in acqua	Il contenuto di cloruri deve essere minore dello 0,03 per cento	EN 1744-1, punto 7
Contenuto di solfati solubili in acido	Contenuto di solfati solubili in acido $< 0,8\%$	UNI EN 1744-1, punto 12
Contenuto di zolfo totale	contenuto di zolfo totale 1,0%	UNI EN 1744-1, punto 11
Qualità dei fini per (Pulizia)	Il valore del blu di metilene $MB_f \leq 12$ g/kg	UNI EN 933-9, appendice A
Costituenti che alterano la presa e l'indurimento del calcestruzzo	Il contenuto di tali materiali deve soddisfare i requisiti del 6.4.1 della UNI EN 12620	UNI EN 1744-1, punto 15.1; 15.2; 15.3

3.7.2 Durabilità dei conglomerati cementizi

La durabilità delle opere in conglomerato cementizio è definita dalla capacità di mantenere nel tempo, entro limiti accettabili per le esigenze di esercizio, i valori delle caratteristiche funzionali in presenza di cause di degradazione.

Le cause di degradazione più frequenti sono i fenomeni di corrosione delle armature, i cicli di gelo-disgelo, l'attacco di acque aggressive di varia natura per la presenza di solfati, cloruri, anidride carbonica aggressiva.

La degradazione va prevenuta applicando nelle fasi di progettazione e di esecuzione le Norme UNI 8981-1, UNI 8981-2 (2007), UNI EN 206-1 e UNI 11104.

La Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista e con l'Appaltatore, verificherà in fase di qualifica dei materiali e degli impasti l'efficacia dei provvedimenti da adottare in base alle suddette Norme UNI. La durabilità si ottiene mediante l'impiego di conglomerato cementizio poco permeabile, eventualmente aerato, a basso rapporto a/c, di elevata lavorabilità, con adeguato dosaggio di cemento del tipo idoneo, mediante compattazione adeguata, rispettando i limiti del tenore di ione cloruro totale nel conglomerato cementizio e curando scrupolosamente la stagionatura.

Oltre all'impiego di tale conglomerato cementizio riveste fondamentale importanza anche lo spessore del copriferro e la eventuale presenza di fessurazioni dei manufatti.

In presenza di concentrazioni sensibili di solfati, di anidride carbonica aggressiva e altri aggressivi nelle acque e nei terreni a contatto dei manufatti, dovranno essere osservate le istruzioni di cui alla UNI EN 206-1, alle Norme UNI 8981 e UNI 11104, impiegando i tipi di cemento corrispondenti alle classi di resistenza chimica moderata, alta ed altissima, secondo le prescrizioni delle Norme UNI 9156 e 9606; inoltre, per i conglomerati dei tipi II e III, il rapporto acqua cemento dovrà essere inferiore di 0,05 rispetto a quelli della Tabella 20 H.

In alternativa ad una prova globale di durabilità, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, farà eseguire, sempre in fase di qualifica, prove di permeabilità, prove di resistenza ai cicli di gelo disgelo, d'assorbimento d'acqua, di scagliamento in presenza di cloruro, di resistenza all'azione di soluzioni aggressive.

La prova di resistenza al gelo sarà svolta sottoponendo i campioni a 300 cicli di gelo e disgelo, secondo UNI 7087; la conseguente variazione delle proprietà caratteristiche dovrà essere contenuta entro i limiti riportati nella Tabella 20 F.

Tabella 20 F - Prova di resistenza al gelo. Variazioni ammesse

Riduzione del modulo d'elasticità:	20%
Perdita di massa:	2%
Espansione lineare:	0.2%

La prova di permeabilità all'acqua sarà eseguita secondo la Norma ISO 7031. Si richiede una penetrazione media non superiore a 50 mm.

La prova di permeabilità all'ossigeno sarà eseguita secondo UNI 11164. Per calcestruzzo impermeabile si richiede un coefficiente di permeabilità non superiore a 1.5×10^{-17} m².

3.7.3 Tipi e classi dei conglomerati cementizi

Ai fini del presente Capitolato Speciale di Appalto, vengono presi in considerazione tipi e classi di conglomerato cementizio:

- i "tipi" sono definiti nella Tabella 20 G, nella quale sono indicate alcune caratteristiche dei conglomerati cementizi e sono esemplificati i relativi campi di impiego;

- le "classi" indicano la resistenza caratteristica cubica del conglomerato cementizio a ventotto giorni di maturazione, espressa in MPa.

Ai fini dell'utilizzo della Tabella 20 G il progettista avrà provveduto ad assegnare a ciascun elemento strutturale l'opportuna classe di esposizione conformemente alle prescrizioni contenute nel prospetto 1 della UNI 11104 (allegato 20.1), tenendo anche in considerazione la tabella dell'allegato 20.2.

Per tutte le strutture immerse o contro terra deve essere accertata la composizione dell'acqua e/o del terreno, allo scopo di assegnare la corretta classe di esposizione.

Qualora per un determinato elemento strutturale sussista l'appartenenza a diverse classi di esposizione, si adotteranno i valori di rapporto acqua/cemento, dosaggio di cemento e resistenza a compressione che soddisfano i requisiti di tutte le classi individuate.

Le prescrizioni della Tabella 20 G sono vincolanti, salvo il caso di ristrutturazioni per le quali il progettista potrà motivare la scelta di classi di resistenza diverse

Tabella 20 G - Tipi di impiego e classi dei conglomerati cementizi

Tipo di Cls	Classi di esposizione	Cementi Ammessi a)	Massimo Rapporto a/c	Minimo dosaggio di cemento	Classi di resistenza minime R_{ck}	Consistenza al cono UNI EN 12350-2
I	XC4, XS1, XF1	CEM I CEM II CEM III CEM IV	0,50	340	40 MPa	S4, S5
II	XA2	CEM III CEM IV	0,50	340	40 MPa	
	XA3		0,45	360	45 MPa	
III	XF2	CEM III CEM IV	0,50	340	30 MPa	
	XF4	Con aria aggiunta (vedi Tabella 20 B) ad esclusione del precompresso	0,45	360	35 MPa	
IV	XC3, XA1	CEM III CEM IV	0,55	320	35 MPa	
V	XC2	CEM III	0,60	300	30 MPa	
	XA2	CEM IV	0,50	340	40 MPa	

	XA3		0,45	360	45	
VI	X0	Tutti			15 MPa	

3.7.4 Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi

L'Appaltatore, sulla scorta delle prescrizioni contenute nei progetti esecutivi delle opere in conglomerato cementizio semplice e armato (normale e precompresso) e del presente Capitolato Speciale, per la scelta dei materiali e la definizione delle miscele dovrà fare riferimento a:

- classe di esposizione in funzione delle condizioni ambientali (UNI EN 206-1);
- resistenza caratteristica a compressione R_{ck} ;
- durabilità delle opere (UNI 8981-1 e -2);
- lavorabilità (abbassamento al cono UNI EN 12350-2 o altre prove se previsto);
- tipi di cemento e dosaggi minimi ammessi;
- tipi di additivi e di eventuali aggiunte minerali e relativi dosaggi ottimali da utilizzarsi;
- resistenza a trazione per flessione secondo UNI EN 12390-5;
- resistenza a compressione sui monconi dei provini rotti per flessione (UNI 6134);
- resistenza a trazione indiretta (UNI 6135);
- modulo elastico secante a compressione (UNI 6556);
- contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco (UNI EN 12350-7);
- ritiro idraulico (UNI 6555);
- resistenza ai cicli di gelo-disgelo (UNI 7087);
- impermeabilità (ISO DIS 7032) (DIN 1048);
- accorgimenti da adottare in caso di lavorazioni da eseguirsi in presenza di temperature rigide (al di sotto di 5°C) o in clima caldo (al di sopra di 30°C);
- sviluppo di calore e innalzamento di temperatura nei getti
- in caso di maturazione accelerata a vapore: descrizione del ciclo termico e descrizione dell'impianto che l'Appaltatore intenderà utilizzare.

3.7.4.1 Dossier di Prequalifica

L'Appaltatore dovrà prequalificare i materiali e gli impasti in tempo utile prima della qualifica all'impianto, sottoponendo all'esame della Direzione Lavori un *DOSSIER DI PREQUALIFICA* contenente:

- a) lo studio dei conglomerati cementizi ai fini della durabilità, eseguito secondo quanto precisato successivamente;
- b) la caratterizzazione granulometrica degli aggregati e i dati di assorbimento delle varie dimensioni dell'aggregato;
- c) il tipo e il dosaggio del cemento, il rapporto acqua/cemento, lo studio della composizione granulometrica degli aggregati, il tipo e il dosaggio degli additivi che intende usare, il contenuto

di aria aggiunta, il valore previsto della consistenza al cono (o altro metodo se richiesto), per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio;

- d) le caratteristiche dell'impianto di confezionamento, i sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
- e) la documentazione che attesta una produzione con processo industrializzato del calcestruzzo;
- f) i risultati delle prove di prequalifica all'impianto;
- g) i progetti delle opere provvisorie e provvisionali (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).
- h) elaborati e relazioni di calcolo

3.7.4.2 Qualifica all'impianto

La qualifica all'impianto ha lo scopo di verificare sia l'efficienza dell'impianto, che dovrà essere sempre munito di FPC, sia le caratteristiche delle miscele che si devono produrre. I laboratori, saranno sia un Laboratorio Ufficiale o autorizzato indicato dalla Direzione Lavori sia, in parallelo, il laboratorio di cantiere.

Si dovranno effettuare, su almeno tre impasti consecutivi, le seguenti verifiche:

1. il valore medio della resistenza a compressione a 28 giorni (R_m), misurato su almeno 4 prelievi (ciascuno di due provini) deve essere:

$$\text{per } R_{ck} \leq 30 \text{ N/mm}^2 \quad R_m \leq 1,25 R_{ck}$$

$$\text{per } 30 \text{ N/mm}^2 < R_{ck} \leq 40 \text{ N/mm}^2 \quad R_m \leq 1,20 R_{ck}$$

$$\text{per } R_{ck} > 40 \text{ N/mm}^2 \quad R_m \leq 1,15 R_{ck}$$

con valore minimo di ogni singolo provino $R_i \geq R_{ck}$;

dovrà anche essere misurata la resistenza a compressione a 2 e 7 giorni.

2. il valore dell'abbassamento al cono deve essere conforme alla classe di consistenza dichiarata ≤ 20 mm. Salvo requisiti diversi definiti in Progetto o individuati dalla Direzione dei Lavori in funzione delle condizioni di impiego, la consistenza deve mantenersi:
 - per almeno 60 minuti per temperature fino a 20°C;
 - per almeno 45 minuti per temperature fino a 30°C.
3. deve essere verificata l'omogeneità del calcestruzzo all'atto del getto su due campioni, prelevati rispettivamente a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera; deve risultare:
 - una differenza dell'abbassamento al cono non superiore a 30 mm,
 - una differenza tra le percentuali in peso di passante al vaglio a maglia quadrata da 4 mm dei due campioni non superiore al 4%,
4. il rapporto acqua/cemento determinato secondo le modalità previste nella Norma UNI 6393, non deve differire di + 0.03 da quello dichiarato nella prequalifica;
5. il valore della massa volumica del calcestruzzo fresco dev'essere superiore al 98% del teorico;
6. il bleeding (secondo UNI 7122, p. 5.2) deve essere minore dello 0,1% dell'acqua di impasto.

Le resistenze medie a compressione per ciascun tipo di calcestruzzo, misurate a 2 e 7 giorni sui provini prelevati dall'impasto di prova all'impianto, non devono discostarsi di $\pm 15\%$ dalle resistenze indicate nella relazione di prequalifica.

Tutti gli oneri e gli eventuali ritardi causati dalle ripetizioni delle prove all'impianto di confezionamento saranno a totale carico dell'Appaltatore.

3.7.4.3 Autorizzazione ai getti

La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei getti di conglomerato cementizio solo dopo aver esaminato ed approvato il *DOSSIER DI PREQUALIFICA* dei materiali e degli impasti di conglomerato cementizio avendo effettuato le prove di qualifica all'impianto di betonaggio, in contraddittorio con l'Appaltatore.

L'approvazione delle proporzioni delle miscele da parte del Direttore dei Lavori non libera in alcun modo l'Appaltatore dalle sue responsabilità in base alle norme vigenti.

Caratteristiche dei materiali e composizione degli impasti, definite in sede di qualifica, non possono essere modificati in corso d'opera salvo autorizzazione scritta della Direzione Lavori.

Qualora si rendesse necessaria una variazione dei materiali, la procedura di qualifica dovrà essere ripetuta.

Qualora l'Appaltatore impieghi conglomerato cementizio preconfezionato pronto all'uso - prodotto da operatori esterni alla sua struttura, per il quale si richiama, oltre alle Linee Guida del Ministero dei Lavori Pubblici, la Norma UNI EN 206-1 - dovranno essere comunque:

- rispettate le prescrizioni sulla qualificazione dei materiali,
- definite e qualificate le composizioni degli impasti,
- eseguite le prove di qualifica all'impianto,
- dovrà essere documentata la produzione con processo industrializzato.

Si puntualizza che per la realizzazione delle opere in conglomerato cementizio dovrà essere impiegato esclusivamente "conglomerato cementizio a prestazione garantita" secondo la Norma UNI EN 206-1. In nessun caso verrà ammesso l'impiego di "conglomerato cementizio a composizione richiesta" secondo la stessa Norma; tutto ciò dicasi anche per il calcestruzzo non strutturale utilizzato per spianamenti, sottofondazioni, riempimenti, ecc., che dovrà essere confezionato con materiali idonei ed avere classe di resistenza > 15 MPa.

3.7.5 Controlli in corso d'opera

La Direzione Lavori eseguirà controlli periodici in corso d'opera per verificare la corrispondenza tra le caratteristiche dei materiali e degli impasti impiegati e quelle definite in sede di qualifica e l'utilizzo delle miscele previste per le varie parti delle opere.

L'Appaltatore dovrà disporre di almeno un Laboratorio (in cantiere, all'impianto di confezionamento o nelle immediate vicinanze) idoneo all'esecuzione di tutte le prove di qualifica e conformità del calcestruzzo fresco ed indurito e dei materiali costituenti, ad eccezione delle determinazioni

chimiche e delle prove di permeabilità (profilo di penetrazione dell'acqua in pressione o coefficiente di diffusione).

Presso il laboratorio responsabile delle prove di qualifica dovranno essere disponibili le seguenti apparecchiature:

- Forno per essiccare;
- Setacci;
- Bilancia di portata fino a 20 kg e sensibilità 1 gr;
- Termometro a immersione per calcestruzzo;
- Porosimetro;
- Picnometro;
- Contenitore tarato per prove di massa volumica su calcestruzzo;
- Cono o tavola a scosse;
- Casseforme di acciaio o PVC per il prelievo di almeno 32 cubetti;
- Impastatrice da laboratorio;
- Piastra o ago vibrante;
- Sclerometro;
- Termometro a max-min;
- Contenitore ermetico ed alcool per il controllo del calcestruzzo fresco;
- - Camera termostatica con umidificatore a nebbia o vasca termostatica di stagionatura dei provini di calcestruzzo.
- Pressa da laboratorio con carico massimo pari ad almeno 2000 kN
- Attrezzatura per la registrazione delle temperature del calcestruzzo durante la presa e l'indurimento, dotata di almeno sei termocoppie;
- Carotatrice idonea al prelievo di carote con diametro fino a 120 mm

3.7.5.1 Resistenza dei conglomerati cementizi

La resistenza cubica dei conglomerati cementizi verrà controllata mediante i *controlli di accettazione*, che dovranno essere effettuati, per ciascuna opera o parte di opera, su tutte le miscele qualificate impiegate.

Il prelevamento dei campioni deve essere eseguito in modo tale che non sia possibile un cambiamento sostanziale delle proprietà significative e della composizione del calcestruzzo tra il momento del campionamento e quello della posa in opera.

Con il calcestruzzo di ciascun prelievo verranno confezionate, secondo le UNI EN 12390-1 e -2, impiegando casseforme cubiche calibrate, almeno due coppie di provini per il cemento armato e almeno tre coppie di provini per il cemento armato precompresso.

Il Direttore dei Lavori o un tecnico di sua fiducia provvederanno ad identificare ciascun provino mediante scritte indelebili su fascette di plastica inserite nella superficie del provino fresco e non rimovibili. I provini verranno lasciati nelle casseforme, protetti con pellicola di politene e riposti in ambienti chiusi a temperatura tra 15 e 25 °C. Dopo 16 ore ma non più di 3 giorni verranno trasferiti in

laboratorio, sformati e posti in cella di maturazione a temperatura di $20 \pm 2^\circ\text{C}$ e umidità relativa $\geq 95\%$ oppure in acqua a $20 \pm 2^\circ\text{C}$.

Per il cemento armato la prima coppia verrà provata a 7 giorni e la seconda a 28 giorni. Per il cemento armato precompresso si eseguiranno le prove a 3, 7 e 28 giorni. Il valore medio delle resistenze di ciascuna coppia verrà designato "resistenza di prelievo".

I valori delle resistenze di prelievo a 3 oppure a 3 e 7 giorni, verranno determinati presso il Laboratorio della Direzione dei Lavori e impiegati per confronto con i dati corrispondenti ottenuti in fase di qualifica all'impianto, per una contabilizzazione provvisoria in attesa dei dati a 28 giorni.

Nel caso che la resistenza ricavata dalle prove a 3 o 7 giorni risultasse inferiore a quella prevista, la Direzione Lavori, nell'attesa dei risultati ufficiali, potrà a suo insindacabile giudizio ordinare la sospensione dei getti dell'opera interessata senza che l'Appaltatore possa accampare per questo alcun diritto.

Le resistenze di prelievo a 28 giorni verranno determinate dal Laboratorio Ufficiale secondo le UNI EN 12390-3 e 4, e verranno utilizzate per verifica della conformità della resistenza del calcestruzzo impiegato a quella di Progetto. La verifica verrà eseguita con il metodo statistico (tipo B) mentre solo per volumi di miscela omogenea minori di 1500 m³ potrà essere utilizzato il metodo tipo A.

3.7.5.1.1 Controlli di accettazione con metodo Tipo A

Un controllo di accettazione di tipo A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m³ ed è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m³ di getto. Per ogni giorno di getto va eseguito almeno un prelievo. Dovrà risultare per ogni gruppo di tre prelievi:

- $R_m \geq R_{ck} + 3.5$
- $R_1 \geq R_{ck} - 3.5$

dove R_m è la resistenza media e R_1 la minima dei tre prelievi, mentre R_{ck} è la resistenza caratteristica di Progetto. Per quantità minori di 100 m³ di miscela omogenea, si può derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

3.7.5.1.2 Controlli di accettazione con metodo Tipo B

Il controllo di tipo B, riferito a una definita miscela omogenea, va eseguito con una frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m³ di calcestruzzo. Per ogni getto di miscela va eseguito almeno un prelievo e complessivamente almeno 15 prelievi sui 1500 m³.

Devono essere verificate le disuguaglianze:

- $R_1 \geq R_{ck} - 3.5$
- $R_m \geq R_{ck} + 1.4 s$

dove s è lo scarto quadratico medio

In entrambi i casi (controllo Tipo A o B), nulla sarà dovuto all'Appaltatore se la resistenza R_{ck} risulterà maggiore di quella indicata negli elaborati progettuali.

3.7.5.2 Non conformità dei controlli di accettazione

Se dalle prove eseguite presso il Laboratorio Ufficiale, risultassero non conformità nei controlli di accettazione, la Direzione Lavori aprirà delle non conformità che dovranno essere risolte, d'intesa con il Progettista, come stabilito nel seguito. Tutte le relative prove saranno a totale carico dell'Appaltatore.

Verrà determinata la resistenza in sito del conglomerato, mediante carotaggio secondo UNI EN 12504, su carote del diametro di 10 cm o maggiore (almeno 3 volte il diametro massimo dell'aggregato); per ogni 100 m³ di calcestruzzo non conforme si preleverà una serie di almeno 6 carote che verranno conservate fino alla prova in ambiente interno asciutto (non in acqua).

L'altezza delle carote sarà uguale al diametro (con tolleranza di ± 2 mm) e si scarteranno le carote contenenti barre di armatura, fratturate o con evidenti difetti. Le carote dovranno essere rettificate; non è ammessa cappatura con gesso. La planarità e parallelismo delle facce, conformi alla UNI EN citata, devono essere verificate con strumenti di appropriata sensibilità. Per carotaggio orizzontale il valore di resistenza verrà incrementato del 5%.

Se il valore medio di una serie di determinazioni di resistenza in sito non è inferiore all'85% di R_m (valore medio della resistenza) richiesto in Progetto, il calcestruzzo è giudicato direttamente accettabile, se invece detto valore medio è inferiore all' 85% di R_m, il Progettista deve procedere al controllo della sicurezza della struttura in base alla resistenza in sito:

- se tale controllo è soddisfacente il calcestruzzo può essere accettato e non sono richieste ulteriori azioni, salvo l'applicazione di una penale proporzionale al 15 % (sul valore della lavorazione), per tutte le superfici ed i volumi per ogni 5 MPa del valore medio in meno rispetto alla resistenza caratteristica. Il Direttore dei Lavori potrà adottare ulteriori provvedimenti a seguito di una valutazione dell'effetto della resistenza ridotta sulla durabilità, in base alle prescrizioni della UNI 11104.
- se le verifiche della sicurezza non sono soddisfacenti l'Appaltatore sarà tenuto, a sua totale cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dallo stesso, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dal Progettista.

3.7.6 Tecnologia esecutiva delle opere

L'Appaltatore è tenuto all'osservanza delle Norme Tecniche emanate in applicazione della Legge 05/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore) nonché della Legge 02/02/1974 n. 64 (Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche) con relative istruzioni e successivi aggiornamenti e le Norme UNI vigenti, in quanto applicabili, ed in particolare delle Norma UNI EN 206-1 e UNI EN 13670

3.7.6.1 Confezione dei conglomerati cementizi

La confezione dei conglomerati cementizi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente approvati dalla Direzione Lavori in fase di qualifica delle miscele.

Alla fine di ogni turno di lavoro l'Appaltatore dovrà trasmettere al Responsabile del Controllo Qualità dei Materiali, incaricato dal Direttore dei Lavori, copia dei tabulati riportanti i dati di carico d'ogni impasto eseguito durante il turno stesso.

La mancata consegna dei tabulati comporterà la non conformità del conglomerato cementizio prodotto durante l'intera giornata lavorativa.

È obbligatorio l'impiego di premescolatori fissi per i calcestruzzi aventi resistenza a compressione di 40 MPa o maggiore o aventi rapporto a/c di 0,45 o minore e per i calcestruzzi aerati.

Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli aggregati, dell'acqua, delle aggiunte minerali e del cemento e a volume per gli additivi; la precisione delle apparecchiature per il dosaggio saranno quelli della Norma UNI EN 206-1; dovrà essere controllato il contenuto d'umidità degli aggregati in funzione del quale dovrà essere corretto il dosaggio d'acqua di impasto.

Per l'acqua è ammessa anche la dosatura a volume. La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 3% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta ogni due mesi o comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori.

La dosatura effettiva degli aggregati e del cemento dovrà essere realizzata con precisione del 3%. Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta l'anno e comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori.

I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua degli additivi e delle aggiunte dovranno essere del tipo individuale. Le bilance per la pesatura degli aggregati possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

I silos del cemento e delle aggiunte minerali debbono garantire la tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica.

Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti d'omogeneità di cui ai successivi paragrafi.

L'impasto dovrà risultare di consistenza uniforme ed omogeneo, uniformemente coesivo (tale cioè da essere trasportato e manipolato senza che si verifichi la separazione dei singoli elementi); lavorabile (in maniera che non rimangano vuoti nella massa o sulla superficie dei manufatti dopo eseguita la vibrazione in opera).

3.7.6.2 Getti in clima freddo

Ai fini del getto del calcestruzzo, il clima si definisce " freddo " quando la temperatura dell'aria è minore di 5 °C.

Per le considerazioni e prescrizioni seguenti si dovrebbe conoscere la massima caduta da un giorno all'altro della temperatura minima rilevata dagli osservatori meteorologici nei siti interessati nel periodo invernale

In caso di clima freddo occorre:

- assicurare il calcestruzzo giovane contro il rischio del congelamento; ciò si ottiene mantenendo la temperatura al di sopra dei valori di sicurezza successivamente indicati in tabella 1;

- realizzare la protezione dei manufatti impedendo un rapido essiccamento, che ostacolerebbe l'idratazione del cemento alla superficie del calcestruzzo;
- favorire la maturazione e controllare lo sviluppo di resistenza del calcestruzzo fino a raggiungere il livello necessario per la rimozione dei sostegni e delle casseforme.

Il periodo di tempo durante il quale si debbono mantenere in atto gli accorgimenti relativi ai tre punti precedenti viene designato "periodo di maturazione protetta".

3.7.6.2.1 *Mantenimento della temperatura del calcestruzzo*

In clima freddo la temperatura del calcestruzzo nel tempo è funzione di diversi fattori, tra cui la temperatura iniziale all'atto dello scarico dalla betoniera, la temperatura dell'aria esterna, lo spessore del getto, l'eventuale impiego di sistemi protettivi; influiscono ovviamente anche il tipo di cemento, il dosaggio di cemento e il tipo di additivazione.

Allo scopo di impedire il congelamento del calcestruzzo, che potrebbe danneggiare severamente il materiale, la temperatura minima del getto (indicata nella tabella 20.I in funzione dello spessore minimo del manufatto e della temperatura dell'aria) deve essere assicurata per il periodo necessario (periodo di maturazione protetta) affinché la resistenza del calcestruzzo raggiunga un valore di almeno 5 Mpa. A questa resistenza corrisponde la capacità del calcestruzzo di poter sopportare un ciclo di congelamento senza subire danni; successivamente, al termine della maturazione protetta, la cassaforma e l'eventuale coibentazione possono essere rimosse.

Nella Tabella 20 H vengono altresì riportate le temperature minime del calcestruzzo raccomandate in centrale per durate del trasporto inferiori ai 30 minuti.

Per trasporti di maggiore durata si può usare l'equazione seguente, che dà la perdita di temperatura ΔT durante il trasporto:

$$\Delta T = 0.25 (T_r - T_a) \cdot t$$

in cui T_r è la temperatura richiesta in centrale, T_a è la temperatura dell'aria e t la durata del trasporto in ore; ΔT è quindi il valore da aggiungere ai valori raccomandati in centrale.

Nella stessa Tabella 20 H vengono altresì riportati i massimi valori ammissibili di abbassamento della temperatura nelle prime 24 ore dopo la fine della protezione ovvero dopo la rimozione dei sistemi coibenti per evitare shock termico.

Tabella 20 H - Temperature del calcestruzzo

Temperatura dell'aria	Minima dimensione della sezione, mm			
	300 (solette)	300-900 (muri)	900-1800	> 1800 (pile e plinti)
Minima temperatura ammessa del calcestruzzo dopo il getto, fino alla fine della maturazione protetta, °C				

Da 5 a -15 °C	13	10	7	5
Minima temperatura richiesta del calcestruzzo alla centrale, per durata del trasporto < di 0.5 ore.				
> -1	16	13	10	7
Da -15 a -1	18	16	13	10
Massimo ammissibile abbassamento superficiale di temperatura nelle prime 24 ore dopo la fine della protezione				
	25	22	17	11

3.7.6.2.2 Coibentazione

Per la durata della maturazione protetta, allo scopo di mantenere la temperatura del calcestruzzo nelle casseforme al di sopra dei limiti assegnati in tabella 20 I, si deve far uso di appositi sistemi di coibentazione fino a quando la resistenza a compressione del calcestruzzo abbia raggiunto 5 Mpa. La coibentazione dei manufatti deve essere realizzata con le modalità seguenti:

- per i getti con ampie superfici orizzontali (solette) si deve ricorrere a materassini isolanti di lana di vetro o di roccia da applicare subito dopo la rifinitura delle superfici;
- per i getti in cassero (plinti, pile e pulvini) si devono usare casseforme coibentate.

In funzione del tipo di manufatto e della temperatura minima prevedibile, la Tabella 20 I indica la Resistenza termica minima ($R = \text{m}^2 \cdot \text{°C}/\text{W}$) della cassaforma coibentata o del materassino da utilizzare.

Tabella 20 I – Resistenza termica ($\text{m}^2 \cdot \text{°C}/\text{W}$) della coibentazione per manufatti tipo;

Spessore minimo, mm	Temp. Minima prevista, °C	Solette	Pile, muri	Pulvini	
< 300	Fino a -5	0.8			
	Fino a -15	1.41			
500-1200	Fino a -5				0.5
	Fino a -15				0.7
> 1800	Fino a -15			.35	

3.7.6.2.3 Protezione

Dopo la posa in opera e lo scassero le parti esposte all'aria dei manufatti andranno protette contro l'essiccamento prematuro, come specificato al punto 20.6.13.

3.7.6.2.4 *Requisito di resistenza*

Qualora esista un requisito di resistenza minima all'atto dello scassero o della rimozione dei sostegni, si dovrà utilizzare il metodo della determinazione della maturità del calcestruzzo mediante sonde termometriche a registrazione inserite nel calcestruzzo e curve di taratura maturità/resistenza. A tale scopo si dovrà fare riferimento alla Norma ASTM C 1074 per la procedura appropriata.

In alternativa si potranno utilizzare matuometri del tipo COMA Meter della Germann ([www.germann.org /products /comameter.htm](http://www.germann.org/products/comameter.htm))

3.7.6.2.5 *Ulteriori precauzioni*

Qualora all'interno dei manufatti siano contenuti oggetti metallici di dimensioni notevoli (ed eventualmente anche di calcestruzzo indurito) dovranno essere prese delle precauzioni per evitare che a bassa temperatura questi oggetti possano raffreddare il calcestruzzo adiacente.

Le casseforme dovranno essere prive di neve e ghiaccio e la loro temperatura non dovrà causare il congelamento del calcestruzzo al contatto.

3.7.6.2.6 *Misure di temperatura*

All'interno dei manufatti indicati dalla Direzione dei Lavori debbono essere disposte termocoppie allo scopo di verificare, ogni 2 ore, la temperatura del calcestruzzo. Sono da preferire sistemi automatici muniti di data-logger.

La posizione delle termocoppie dovrà trovarsi nei punti più critici, in particolare in corrispondenza di vertici e spigoli.

3.7.6.3 *Getti clima caldo*

Durante la stagione calda, se la prevedibile temperatura ambiente supera i 30 °C, dovranno essere adottate opportune precauzioni, per evitare:

- gli effetti di una più rapida perdita della lavorabilità del conglomerato,
- i rischi della fessurazione da ritiro plastico,
- disidratazione rapida della superficie libera dei manufatti dopo la presa,
- eccessivi aumenti della temperatura all'interno dei manufatti, specialmente se la classe di resistenza è elevata e lo spessore minimo supera 0,5 m (si veda anche paragrafo sui getti massicci).

A tale scopo verranno utilizzate miscele qualificate in condizioni analoghe a quelle previste, con l'opportuna additivazione; le superfici esposte all'ambiente dovranno essere opportunamente protette.

La temperatura del calcestruzzo fresco non dovrà essere superiore a 25 °C: a tale scopo si dovranno adottare opportuni accorgimenti, quali il raffreddamento dell'acqua se sufficiente e degli aggregati se necessario.

È ammesso il raffreddamento degli aggregati mediante innaffiamento con acqua fredda; in questo caso il sistema per la misura del contenuto d'acqua dell'aggregato dell'impianto di

confezionamento del calcestruzzo dovrà essere verificato quotidianamente mediante la misura del rapporto acqua/cemento secondo UNI 6393.

La Direzione Lavori procederà a misure della temperatura del calcestruzzo fresco che verrà rifiutato qualora questa risulti superiore al limite suddetto.

Getti massicci

Qualora debbano realizzarsi getti massicci (dimensione minima pari ad 1,5 metri o maggiore) dovranno essere attuati gli opportuni accorgimenti per evitare fessure dovute al raggiungimento di temperature e gradienti eccessivi all'interno dei manufatti, dovuti a loro volta allo sviluppo del calore di idratazione del cemento. In particolare non dovrà essere superata all'interno dei getti la temperatura di 65°C e la massima differenza di temperatura nella sezione del manufatto dopo la rimozione delle casseforme non dovrà essere superiore a 20 °C. Dovranno pertanto evitarsi metodi di stagionatura che favoriscono un rapido raffreddamento della superficie esterna dei manufatti; al contrario sarà utile il mantenimento prolungato dei casseri (se isolanti).

L'Appaltatore dovrà assicurarsi che con la miscela di calcestruzzo prevista la quantità di calore sviluppato non risulti eccessiva e la temperatura iniziale del calcestruzzo sia sufficientemente bassa per rispettare le prescrizioni precedenti.

Qualora necessario dovranno essere raffreddati con mezzi adeguati i componenti della miscela, calcolando preventivamente l'effetto sulla temperatura del calcestruzzo fresco. È consentito il raffreddamento della miscela mediante uso di ghiaccio, purché il Direttore dei Lavori possa verificare il controllo e la costanza del rapporto acqua/cemento e si assicuri l'assenza di pezzi di ghiaccio alla fine della vibrazione. Eventualmente si dovrà ricorrere al raffreddamento del manufatto mediante circolazione di acqua in appositi tubi metallici preinseriti a perdere nel getto.

L'Appaltatore dovrà sottoporre alla Direzione dei Lavori un bilancio termico e le precauzioni adottate, che dimostrino l'assenza di condizioni che possano portare alla fessurazione.

3.7.6.4 Getti di lunghezza elevata

Getti di lunghezza elevata come elementi e in particolar modo se il loro spessore supera i 50 cm, sono soggetti a fenomeni fessurativi con la formazione di cavillature o fessure parallele al lato corto con spaziatura mediamente di quattro metri o più. La fessurazione a breve termine (uno o pochi giorni) è dovuta principalmente al ritiro termico; successivamente si verifica un contributo da parte del ritiro igrometrico.

I fenomeni suddetti si possono controllare minimizzando lo sviluppo di calore di idratazione del calcestruzzo, riducendone la temperatura iniziale e mantenendo a lungo le casseforme (se coibenti); tuttavia il progettista dovrà prevedere un congruo numero di giunti di contrazione allo scopo di evitare la formazione di fessure casuali.

La riduzione della quantità di calore sviluppato si ottiene scegliendo un cemento a basso calore di idratazione (CEM III o CEM IV), ottimizzando la riduzione d'acqua mediante additivi, adottando elevati valori di Dmax. La riduzione della temperatura massima si può ottenere sia riducendo il calore

di idratazione totale, sia riducendo la temperatura del calcestruzzo fresco (uso di acqua fredda o ghiaccio).

Allorché per le necessità operative i casseri devono essere rimossi in tempi brevi (1 o 2 giorni), si può prendere in considerazione l'impiego di falsi casseri coibentati che devono rimpiazzare in tempi molto brevi (poche ore) i casseri veri.

Anche per manufatti di questo tipo l'Appaltatore dovrà sottoporre alla Direzione dei Lavori un bilancio termico che dimostri l'assenza di condizioni che possono portare alla fessurazione.

3.7.6.5 Trasporto e consegna

Il trasporto dei conglomerati cementizi dall'impianto di betonaggio al luogo d'impiego dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del conglomerato cementizio medesimo.

Saranno accettate in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed, eccezionalmente, i nastri trasportatori.

Il DdT (Documento di Trasporto) di ciascuna consegna di calcestruzzo dovrà riportare la designazione di qualifica della miscela, la sua ricetta, la registrazione delle pesate e i valori di umidità dell'aggregato.

L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Appaltatore adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio alla bocca d'uscita della pompa.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

La miscela qualificata di calcestruzzo dovrà avere un mantenimento della lavorabilità idoneo per la durata massima prevista del trasporto, anche in funzione delle condizioni atmosferiche; all'atto dello scarico dovrà essere controllata l'omogeneità dell'impasto con la prova indicata nei seguenti paragrafi.

È facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti; i quantitativi rifiutati, non potranno essere oggetto di successive "correzioni" ma dovranno essere definitivamente ed insindacabilmente riposti nell'apposito sito predisposto dall'Appaltatore.

In particolare, se al momento della posa in opera la consistenza del conglomerato cementizio non è quella prescritta, lo stesso non dovrà essere impiegato per l'opera ma scaricato in luogo appositamente destinato dall'Appaltatore e reso noto alla Direzione Lavori in sede di prequalifica dei conglomerati cementizi.

Tuttavia se la consistenza è minore di quella prescritta (minore slump) e il conglomerato cementizio è ancora nell'autobetoniera, la consistenza può essere portata fino al valore prescritto mediante aggiunta d'additivi fluidificanti, e l'aggiunta sarà registrata sulla bolla di consegna.

Si pone assoluto divieto all'aggiunta d'acqua durante le operazioni di getto.

3.7.6.6 Prova sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco

Fermo restando quanto stabilito al precedente punto 20.5 riguardo alla resistenza dei conglomerati cementizi, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di prelevare quando lo ritenga opportuno, ulteriori campioni di materiali o di conglomerato cementizio da sottoporre ad esami o prove di laboratorio. In particolare in corso di lavorazione sarà controllata la consistenza, l'omogeneità, il contenuto d'aria, il rapporto acqua/cemento e l'acqua essudata (bleeding secondo UNI 7122).

La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono (slump), come disposto dalla Norma UNI EN 12350.

Detta prova sarà effettuata nei pressi del getto ogni qualvolta la Direzione Lavori lo ritenga opportuno, e comunque almeno una prova ogni 100mc di miscela omogenea, o giorno di getto nel caso di getti inferiori ai 100mc.

Quando la consistenza prevista progettualmente è definita come S1, S2, S3, S4 e S5, l'effettivo abbassamento in centimetri cui fare riferimento per la valutazione della prova sarà quello riportato nel mix-design di prequalifica.

Ad ogni controllo sarà redatto un apposito rapporto di prova strutturato secondo le indicazioni della Direzioni Lavori.

Qualora l'abbassamento, con tolleranza di ± 2 cm, non fosse quello progettualmente previsto l'autobetoniera sarà allontanata dal cantiere; sarà premura della Direzione Lavori accertare che il conglomerato in essa contenuto non sia oggetto di successive manipolazioni, ma sia definitivamente scartato in quanto non idoneo.

Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi 2 e 23 cm.

Per abbassamenti inferiori a 2 cm si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo la Norma UNI EN 12350-5 o con l'apparecchio VEBE secondo la Norma UNI EN 12350-3.

La prova d'omogeneità sarà eseguita vagliando ad umido due campioni di conglomerato, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadra da 4 mm.

La percentuale in peso di aggregato grosso nei due campioni non dovrà differire più del 6%.

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

La prova del contenuto d'aria secondo la Norma UNI EN 12350-7 è richiesta per tutti i calcestruzzi aerati e dovrà essere effettuata sul contenuto d'ogni betoniera. Quando il contenuto percentuale d'aria aggiunta non sarà quello preliminarmente stabilito (si veda il punto 20.1.2.2), l'autobetoniera sarà allontanata dal cantiere.

Sarà premura della Direzione Lavori accertare che il conglomerato in essa contenuto non sia oggetto di successive manipolazioni, ma sia definitivamente scartato in quanto non idoneo.

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

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

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

3.7.6.7 Casseforme e posa in opera

I getti dovranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori. La posa in opera sarà eseguita con ogni cura ed a regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posto le armature metalliche.

La temperatura del conglomerato cementizio all'atto del getto dovrà essere compresa tra 5 e 25°C, salvo diverse prescrizioni del progettista.

Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento d'eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di Progetto e delle presenti Norme. I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di Progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori. Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani d'appoggio e delle pareti di contenimento.

Le casseforme dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte; in tal senso l'Appaltatore provvederà, a sua cura e spese, previa presentazione ed approvazione da parte della Direzione Lavori dei relativi progetti.

L'Appaltatore dovrà progettare le casseforme e le relative strutture di contrasto, (in particolare per manufatti di altezza rilevante gettati velocemente e con conglomerato di consistenza S5 o SCC), in modo tale da evitare rischi connessi alla pressione del calcestruzzo fresco. Si dovrà fare riferimento al Progetto di Norma SS UNI U50.00.206.0 o successivi aggiornamenti.

Dovranno essere impiegati prodotti disarmanti aventi i requisiti di cui alle specifiche della Norma UNI 8866; le modalità d'applicazione dovranno essere quelle indicate dal produttore evitando accuratamente aggiunte eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseforme.

La Direzione Lavori eseguirà un controllo della quantità di disarmante impiegato in relazione allo sviluppo della superficie di casseforme trattate.

Dovrà essere controllato inoltre che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la superficie del conglomerato.

A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione specifica escludendo i lubrificanti di varia natura. Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data d'inizio e di fine dei getti e del disarmo.

Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Appaltatore dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

Si dovranno rimuovere dall'interno dei casseri e della superficie dei ferri d'armatura eventuali residui di ghiaccio o di brina eventualmente venutasi a formare durante le ore notturne.

Il conglomerato cementizio sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze.

Per la finitura superficiale delle solette è prescritto l'uso di stagge vibranti o attrezzature equivalenti; la regolarità dei getti dovrà essere verificata con un'asta rettilinea della lunghezza di 2,00 m, che in ogni punto dovrà aderirvi uniformemente nelle due direzioni longitudinale e trasversale; saranno tollerati soltanto scostamenti inferiori a 10 mm.

Eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate mediante bocciardatura e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo; ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, riterrà tollerabili fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Appaltatore. Quando le irregolarità siano mediamente superiori a 10 mm, la Direzione Lavori ne imporrà la regolarizzazione a totale cura e spese dell'Appaltatore mediante uno strato di materiali idonei che, secondo i casi e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori potrà essere costituito da:

- malte o betoncini reoplastici a base cementizia a ritiro compensato;
- conglomerato bituminoso del tipo usura fine, per spessori non inferiori a 15 mm.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 1,5 cm sotto la superficie finita e le cavità risultanti saranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento espansivo.

Dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri saranno fissati nell'esatta posizione prevista utilizzando fili metallici liberi di scorrere entro tubetti di materiale PVC o simile, di colore grigio, destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio, armato o non armato.

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione. A questo scopo il conglomerato dovrà scendere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso, mediante rastrelli o stagge, in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm misurati dopo la vibrazione. Nel caso di getti di notevole estensione i punti di getto non dovranno distare più di cinque metri uno dall'altro (salvo l'impiego di calcestruzzo autocompattante).

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

3.7.6.8 Compattazione

Dopo la posa in opera tutto il calcestruzzo dovrà essere compattato mediante vibrazione allo scopo di minimizzare il contenuto d'aria intrappolata (non aria aggiunta) fino al contenuto fisiologico in relazione al diametro massimo (si veda la Tabella 20.J). Si impiegheranno vibratorii interni di ampiezza e frequenza adeguata per il calcestruzzo in lavorazione. I vibratorii si dovranno inserire verticalmente ed estrarre lentamente dal conglomerato.

È vietato l'impiego dei vibratori per distribuire l'eventuale calcestruzzo a bassa consistenza scaricato sulle casseforme. Durante l'uso, si dovrà inserire ed estrarre lentamente il vibratore nel calcestruzzo fresco allo scopo di evitare difetti localizzati.

La Direzione Lavori potrà disporre la verifica dell'efficacia della compattazione sia mediante prelievo di calcestruzzo fresco dopo la posa in opera e vibrazione e misura del contenuto d'aria secondo UNI EN 12350-7 sia sul conglomerato indurito, ad esempio mediante confronto con le foto della BS 1881 o mediante la determinazione della massa volumica delle carote. Qualora il contenuto di aria risultasse eccessivo, la Direzione Lavori potrà ricorrere a misure adeguate, fino alla sospensione dei lavori.

Tabella 20.J

Diametro massimo dell'aggregato (mm)	Tenore limite dell'aria inglobata (%)
12	2.5
20	2
25	1.5
31.5	1.5

Informazioni estese per la compattazione del calcestruzzo sono contenute nella ACI 309 "Guide for Consolidation of Concrete" dell'American Concrete Institute, .

3.7.6.9 Riprese di getto

L'Appaltatore dovrà porre particolare cura nella realizzazione dei giunti di dilatazione o contrazione di tipo impermeabile (waterstop), o giunti speciali aperti, a cunei, secondo le indicazioni di Progetto. Tra le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze d'aspetto. La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti siano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa, anche se ciò comporta che il lavoro debba essere condotto a turni, durante le ore notturne ed anche in giornate festive, senza che all'Appaltatore non spetti nulla di più di quanto previsto contrattualmente.

In alternativa la Direzione Lavori potrà prescrivere l'adozione di riprese di getto di tipo monolitico. Queste saranno realizzate mediante spruzzatura d'additivo ritardante sulla superficie del conglomerato cementizio fresco subito prima della sospensione del getto; dopo che la massa del conglomerato sarà indurita si provvederà (entro 24 ore) all'eliminazione della malta superficiale non ancora rappresa, mediante getto d'acqua, ottenendo una superficie di ripresa scabra, sulla quale si potrà disporre all'atto della ripresa di getto una malta priva di ritiro immediatamente prima del nuovo getto di conglomerato cementizio; la ripresa potrà effettuarsi solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e spazzolata.

Se l'interruzione dei getti si protrae per tempi non superiori a 20 ore, è ammessa la realizzazione di manufatti monolitici mediante posa in opera di un ultimo strato contenente additivo ritardante, dosato in modo tale da prolungare la presa per il periodo necessario. Su questo, ancora capace di accogliere un vibratore, potrà essere gettato lo strato successivo e i due strati potranno essere vibrati simultaneamente.

Impiegando questa tecnologia, si dovrà impedire l'essiccamento del calcestruzzo dello strato di attesa, mediante coperture impermeabili o teli mantenuti bagnati.

L'Appaltatore dovrà sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori la miscela ritardata, eseguendo anche prove di presa in calcestruzzo secondo UNI 7123.

Quando il conglomerato cementizio deve essere gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori, necessari per impedire che l'acqua lo dilavi. Si farà uso a tale scopo di tubo getto, adottando gli accorgimenti necessari affinché venga realizzata una separazione all'interno del tubo tra l'acqua e il calcestruzzo in fase di getto iniziale. A regime il tubo getto dovrà essere pieno di calcestruzzo ed inserito per almeno 50 cm nel calcestruzzo già gettato. La Direzione Lavori dovrà vietare che il tubo getto venga sollevato ed abbassato per facilitare il flusso del conglomerato

3.7.6.10 Prevenzione delle fessure da ritiro plastico

A getto ultimato dovrà essere curata la stagionatura dei conglomerati cementizi in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici esposte all'aria dei medesimi (favorito da tempo secco e ventilato) e la conseguente formazione di fessure da ritiro plastico, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo, fermo restando che il sistema proposto dall'Appaltatore dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

A questo fine le superfici del conglomerato cementizio non protette dalle casseforme dovranno essere mantenute umide il più a lungo possibile e comunque per almeno 7 d, sia per mezzo di prodotti antievaporanti (curing), da applicare a spruzzo immediatamente dopo il getto, sia mediante continua bagnatura con acqua nebulizzata, evitando ruscellamento d'acqua, sia con applicazione di teli di tessuto da mantenere bagnati, sia infine con teli di plastica.

I prodotti antievaporanti (curing), dovranno essere conformi a quanto indicato nella Norma UNI 8656. ed il loro dosaggio essere approvati dalla Direzione Lavori.

La costanza della composizione dei prodotti antievaporanti dovrà essere verificata al momento del loro approvvigionamento.

In particolare per le solette, che sono soggette all'essiccamento prematuro ed alla fessurazione da ritiro plastico che ne deriva, è fatto obbligo di applicare sistematicamente i provvedimenti di cui sopra.

È ammesso in alternativa l'impiego, anche limitatamente ad uno strato superficiale di spessore non minore di 20 cm, di conglomerato cementizio rinforzato da fibre di resina sintetica di lunghezza da 20 a 35 mm, di diametro d'alcuni millesimi di millimetro aggiunti nella betoniera e dispersi uniformemente nel conglomerato cementizio, in misura di $0,5 \div 1,5 \text{ kg/m}^3$.

Qualora sulla superficie di manufatti si rilevi la formazione diffusa di cavillature (apertura minore di 0,3 mm) in misura giudicata eccessiva dalla Direzione Lavori, sarà a carico dell'Appaltatore l'applicazione sull'intera superficie di manufatti una rasatura (spessore di 1-2 mm) di prodotto impermeabile polimero cementizio.

Nel caso che sui manufatti si rilevino manifestazioni di ritiro plastico con formazione di fessure d'apertura superiore a 0,3 mm, in misura complessivamente minore di un metro lineare per 250 m², l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese alla sigillatura mediante iniezione di dette fessure con resina epossidica extra fluida.

Se il fenomeno fessurativo risultasse ancora più intenso, l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese alla demolizione ed al rifacimento delle strutture danneggiate.

3.7.6.11 Disarmo e scasseratura

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

La rimozione delle armature di sostegno dei getti dovrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze e comunque mai prima di 48 (quarantotto) ore.

In assenza di specifici accertamenti, l'Appaltatore dovrà attenersi a quanto stabilito nella UNI EN 13670-1 (Tabella 20 L).

3.7.6.12 Protezione dopo la scasseratura

Al fine di evitare un prematuro essiccamento dei manufatti dopo la rimozione delle casseforme, per effetto del quale l'indurimento è ridotto e il materiale risulta più poroso e permeabile, si dovrà procedere alla stagionatura protetta.

Per la stagionatura e la protezione sono utilizzabili, separatamente o in sequenza, i metodi seguenti:

- mantenere nella sua posizione la cassaforma;
- coprire la superficie del calcestruzzo con membrane impermeabili assicurate agli spigoli e ai giunti, per prevenire la formazione di correnti d'aria;
- porre teli bagnati sulla superficie e assicurarsi che restino bagnati;
- mantenere bagnata la superficie del calcestruzzo mediante irrigazione con acqua;
- applicazione di un idoneo prodotto stagionante.

La durata della stagionatura, intesa come giorni complessivi di permanenza nei casseri e di protezione dopo la rimozione degli stessi, va determinata in base alle indicazioni della UNI EN 13670-1. La Tabella 20.K fornisce la durata richiesta della stagionatura.

Tabella 20.K - Periodo minimo di protezione in funzione della temperatura superficiale del calcestruzzo e della velocità di sviluppo della resistenza (da UNI EN 13670.1)

Temperatura superficiale del calcestruzzo (t), °C	Minimo periodo di stagionatura, giorni ^{1), 2)}
	Sviluppo di resistenza del calcestruzzo ⁴⁾ (R _c medio 2 d / R _c medio 28 d) = r

	rapido $r \geq 0.50$	medio $r \geq 0.30$	lento $r \geq 0.15$	molto lento $r < 0.15$
$t \leq 25$	1.0	1.5	2.0	3.0
$25 > t \geq 15$	1.0	2.0	3.0	5
$15 > t \geq 10$	2.0	4.0	7	10
$10 > t \geq 5$ ³⁾	3.0	6.0	10	15

1) più l'eventuale tempo di presa eccedente le 5 ore
2) è ammessa l'interpolazione lineare tra i valori delle righe
3) Per temperature sotto 5°C, la durata deve essere aumentata per un tempo uguale al periodo sotto 5°C
4) Lo sviluppo di resistenza del calcestruzzo è il rapporto tra la resistenza media a 2 giorni e la resistenza media a 28 giorni, determinato dalle prove di prequalifica.

3.7.6.13 **Maturazione accelerata a vapore**

La maturazione accelerata a vapore deve essere eseguita osservando le prescrizioni che seguono:

- la temperatura del conglomerato cementizio, durante le prime 3 h dall'impasto non deve superare 30°C; dopo le prime 4 h dall'impasto non deve superare 40°C;
- la velocità di riscaldamento non deve superare 20 °C/h;
- la temperatura massima del calcestruzzo non deve in media superare 60°C (i valori singoli devono essere minori di 65°C);
- il calcestruzzo deve essere lasciato raffreddare con una velocità di raffreddamento non maggiore di 10 °C/h;
- durante il raffreddamento e la stagionatura occorre ridurre al minimo la perdita d'umidità per evaporazione facendo uso di teli protettivi o applicando antievvaporanti.

3.7.6.14 **Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature**

L'Appaltatore avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso d'esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi o sarà successivamente prescritto di volta in volta in tempo utile dalla Direzione Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature ecc. nelle solette, nervature, pilastri, murature, ecc., per la posa in opera d'apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere d'interdizione, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti.

Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte dalla Direzione Lavori, saranno a totale carico dell'Appaltatore, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni d'opere di spettanza dell'Appaltatore stesso, sia per quanto riguarda le eventuali opere d'adattamento d'infissi o impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte dei fornitori.

Quando previsto in Progetto, le murature in conglomerato cementizio saranno rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, laterizi od altri materiali da costruzione; in tal caso i getti dovranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentire l'adattamento e l'ammorsamento.

Qualora la Società dovesse affidare i lavori di protezione superficiale dei conglomerati cementizi a ditte specializzate, nulla è dovuto all'Appaltatore per gli eventuali oneri che dovessero derivarle dalla necessità di coordinare le rispettive attività.

3.7.6.15 Predisposizione delle armature per c.a.

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto tassativamente l'impiego di opportuni distanziatori del tipo approvato dalla Direzione Lavori. Al fondo delle cassaforme si useranno elementi prefabbricati in fibrocemento di sezione quadrata o triangolare, scegliendo prodotti di resistenza prossima a quella del conglomerato. Lungo le pareti verticali si dovranno impiegare distanziatori ad anello in materiale plastico;

L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate. In assenza di tali distanziatori la Direzione Lavori non darà il proprio assenso all'inizio delle operazioni di getto.

Copriferro ed interferro dovranno essere dimensionati nel rispetto delle indicazioni contenute negli Eurocodici.

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

In presenza di ferri d'armatura zincati od in acciaio inox, il filo utilizzato per le legature dovrà avere le stesse caratteristiche dell'acciaio da sottoporre a legatura.

L'Appaltatore, con riferimento alla UNI EN 13670.1, dovrà adottare inoltre tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di Progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto.

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

3.7.6.16 Armatura di precompressione

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

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

Oltre a quanto prescritto dalle vigenti norme di legge si precisa che, nella posa in opera delle armature di precompressione, l'Appaltatore dovrà assicurarne l'esatto posizionamento mediante l'impiego d'appositi supporti, realizzati per esempio con pettini in tondini d'acciaio. Per quanto riguarda l'iniezione nei cavi di precompressione, si rimanda all'articolo specifico del presente Capitolato Speciale.

3.7.7 Calcestruzzo Reodinamico SCC

Il calcestruzzo reodinamico (autocompattante o SCC) ha la caratteristica di scorrere molto facilmente ed espellere l'aria senza richiedere vibrazione, riempiendo per gravità tutto il volume del getto.

Risulta pertanto particolarmente indicato:

- per ottenere una elevata compattezza (massa volumica) e assenza di vespai, con un'ottima facciavista,
- per casseforme sottili e di forma complessa,
- per manufatti molto armati,
- per eseguire da una sola estremità getti di lunghezza elevata difficilmente accessibili.
- per ridurre i tempi di scarico e lavorazione.

L'adozione di calcestruzzo autocompattante richiede l'impiego di casseri dimensionati in modo da resistere alla spinta idrostatica di un battente di calcestruzzo fluido pari alla parete della cassaforma (si veda al punto 20.6.8).

Le caratteristiche del calcestruzzo reodinamico saranno le seguenti:

- dosaggio minimo di cemento non inferiore al valore previsto dalla UNI 11104,
- rapporto a/c non superiore a quello previsto dalla UNI 11104,
- filler calcareo o cenere volante, dosaggio $\geq 120 \text{ kg/m}^3$
- contenuto di fini $\geq 520 \text{ kg/m}^3$ (parti fini = cemento + componenti $< 100 \text{ micron}$)
- rapporto in volume acqua/parti fini $0.95 \div 1.03$,
- aggregati aventi $D_{\max} \leq 20 \text{ mm}$
- superfluidificante specifico per calcestruzzo reodinamico a base di policarbossilati eteri capace di una riduzione d'acqua del 20 - 25% rispetto al calcestruzzo tal quale non additivato di pari lavorabilità, dosato al $0.8 \div 1.5$ litri per 100 kg delle parti fini,
- agente viscosizzante specifico, costituito tassativamente da una soluzione acquosa di macropolimeri a base di cellulosa modificata, dosaggio $0.8 \div 1.5$ litri per 100 kg delle parti fini,
- mantenimento della lavorabilità del calcestruzzo per almeno 60 minuti anche a $T = 25^\circ\text{C}$ con riduzione massima di 5 cm del valore ottenuto con lo slump-flow test.
- slump-flow test secondo UNI 11041, tra 600 e 700 mm,
- V-funnel test, UNI 11042, tra 8 e 12 s,
- $U_{\text{box}} \leq 30 \text{ mm}$ (prova da eseguire secondo UNI 11044 almeno in fase di qualifica della miscela).

3.7.8 Calcestruzzi leggeri

Possono essere utilizzati calcestruzzi leggeri strutturali, per parti di strutture in cemento armato, e calcestruzzi leggeri non strutturali per riempimenti di cavità e facilmente rimovibili.

3.7.8.1 Calcestruzzo leggero strutturale

Ove richiesto in Progetto, si farà uso di conglomerato cementizio leggero a struttura chiusa ottenuto sostituendo tutto o in parte l'inerte ordinario con aggregato leggero artificiale, costituito da argilla o

scisti espansi. Questo calcestruzzo sarà caratterizzato da una classe di massa volumica a 28 d secondo la Tabella 20.L.

Tabella 20.L Classi di massa volumica del calcestruzzo leggero strutturale

Classe di massa volumica	D1,4	D1,6	D1,8	D2,0
Intervallo di massa volumica, kg/m ³	>1200 e □ 1400	□ 1400 e □ 1600	□ 1600 e □ 1800	□ 1800 e □ 2000

La resistenza caratteristica a compressione a 28 d deve risultare non inferiore a 15 N/mm² e minore di 25 N/mm² (tipo designato LC2) ovvero uguale o maggiore di 25 N/mm² (tipo designato LC3). La resistenza verrà controllata con la stessa procedura prevista per il calcestruzzo di massa volumica normale.

Anche per questo conglomerato devono essere soddisfatte le prescrizioni relative alla durabilità, in particolare per quanto concerne il rapporto acqua/cemento ed il dosaggio di cemento.

In caso di pompaggio è necessario prevedere una presaturazione dell'aggregato allo scopo di prevenire assorbimento sotto pressione dell'acqua di impasto.

L'additivo fluidificante impiegato e la composizione della miscela permetteranno di ottenere un calcestruzzo di consistenza S4 esente da fenomeni di galleggiamento dell'aggregato leggero. Questa caratteristica verrà controllata preparando provini alti almeno 20 cm, da rompere alla brasiliana, in modo da poter verificare l'omogeneità dell'aggregato alle varie altezze.

3.7.8.2 Calcestruzzo leggero non strutturale e cellulare

Questi tipi di conglomerato cementizio, da utilizzare per riempimenti di scavi facilmente rimovibili, strati di coibentazione, ecc.. aventi massa volumica a secco da 300 a 1000 kg/m³, resistenza a compressione da 1 a 10 N/mm² e conducibilità termica massima da 0.085 a 0.15 kcal/mh°C, verranno ottenuti mediante agenti schiumogeni e dosaggi di cemento di almeno 330 kg/m³, di cemento tipo 32.5 o 42.5. Il materiale dovrà avere una resistenza minima di 1 N/mm², e una stabilità ed omogeneità del contenuto d'aria, dal punto di miscelazione fino alla posa in opera.

In funzione dei requisiti fissati dal progettista, si dovranno eseguire prove di qualifica della miscela.

Il calcestruzzo dovrà essere prodotto con attrezzatura automatica dotata di sistema computerizzato per la regolazione della miscelazione e della produzione.

In alternativa il calcestruzzo leggero non strutturale si otterrà impiegando come aggregato sferette di polistirolo espanso.

3.7.9 Allegato 20.1 Classi di esposizione secondo la UNI 11104

Denominazione della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione
1 Assenza di rischio di corrosione o attacco		
X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo e disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici: in ambiente molto asciutto.	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico.
2 Corrosione indotta da carbonatazione Nota - Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente.		
XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in acqua.
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta.
XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette a alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici a contatto con l'acqua non compresa nella classe XC2.
3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare		
XD1	Umidità moderata	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenenti cloruri.
XD2	Bagnato, raramente asciutto	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua anche industriale contenente cloruri (piscine).
XD3	Ciclicamente asciutto e bagnato	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria. Parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto.
4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare		
XS1	Esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità.
XS2	Permanentemente sommerso	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immerse in acqua.
XS3	Zone esposte agli spruzzi oppure alla marea	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti alla battigia o alle zone soggette agli spruzzi ed onde del mare.
5 Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti ¹⁾		
XF1	Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante	Superfici verticali di calcestruzzo come facciate e colonne esposte alla pioggia ed al gelo. Superfici non verticali e non soggette alla completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia o all'acqua.
XF2	Moderata saturazione d'acqua in presenza di agente disgelante	Elementi come parti di ponti che in altro modo sarebbero classificati come XF1 ma che sono esposti direttamente o indirettamente agli agenti disgelanti.
XF3	Elevata saturazione d'acqua in assenza di agente disgelante	Superfici orizzontali in edifici dove l'acqua può accumularsi e che possono essere soggetti ai fenomeni di gelo, elementi soggetti a frequenti bagnature ed esposti al gelo.
XF4	Elevata saturazione d'acqua con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare	Superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo ed ai sali disgelanti in modo diretto o indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature in presenza di agenti disgelanti o di acqua di mare.

Denominazione della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione
6 Attacco chimico ^{**})		
XA1	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contenitori di fanghi e vasche di decantazione. Contenitori e vasche per acque reflue.
XA2	Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi.
XA3	Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di acque industriali fortemente aggressive. Contenitori di foraggi, mangimi e liquami provenienti dall'allevamento animale. Torri di raffreddamento di fumi e gas di scarico industriali.
^{*)}	Il grado di saturazione della seconda colonna riflette la relativa frequenza con cui si verifica il gelo in condizioni di saturazione: - moderato: occasionalmente gelato in condizioni di saturazione; - elevato: alta frequenza di gelo in condizioni di saturazione.	
^{**})	Da parte di acque del terreno e acque fluenti.	

3.7.10 Allegato20.2 – Guida alla scelta delle classi di esposizione

IMPIEGO DEI CONGLOMERATI	NOTE	CLASSE DI ESPOSIZIONE			CLASSE DI RESISTENZA
		DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE AMBIENTE	ESEMPI DI SITUAZIONI	
	q. s.l.m. ≤ 400 ml senza cicli gelo/disgelo	XC4	Ciclicamente bagnato e asciutto	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2	40 Mpa
	Strutture costiere	XS1	Esposto a nebbia salina ma non in contatto diretto con acqua di mare	Strutture prossime oppure sulla costa	40 Mpa
	q. s.l.m. > 400 ml o in presenza di cicli gelo/disgelo	XF4	Elevata saturazione d'acqua, con agente antigelo	esposti agli agenti antigelo. Superfici di calcestruzzo esposte direttamente a nebbia contenente agenti antigelo e al gelo.	35 Mpa con aerante
	q. s.l.m. ≤ 400 ml senza cicli gelo/disgelo	XC4	Ciclicamente bagnato e asciutto	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2	40 Mpa
	Strutture costiere	XS1	Esposto a nebbia salina ma non in contatto diretto con acqua di mare	Strutture prossime oppure sulla costa	40 Mpa
	q. s.l.m. > 400 ml o in presenza di cicli gelo/disgelo	XF2	Moderata saturazione d'acqua, con uso di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo esposte a gelo e nebbia di agenti antigelo	30 Mpa con aerante
	q. s.l.m. ≤ 400 ml senza cicli gelo/disgelo	XC4	Ciclicamente bagnato e asciutto	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con	40 Mpa

				acqua, non nella classe di esposizione XC2	
	Strutture costiere	XS1	Esposto a nebbia salina ma non in contatto diretto con acqua di mare	Strutture prossime oppure sulla costa	40 Mpa
	q. s.l.m. > 400 ml in presenza di cicli gelo/disgelo	XF2	Moderata saturazione d'acqua, con uso di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo esposte a gelo e nebbia di agenti antigelo	30 Mpa con aerante

	q. s.l.m. \leq 400 ml senza cicli gelo/disgelo	XC4	Ciclicamente bagnato e asciutto	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2	40 Mpa
	Ambiente aggressivo	XA2	Ambiente chimico moderatamente aggressivo	Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni agressivi	40 Mpa
	Strutture costiere	XS1	Esposto a nebbia salina ma non in contatto diretto con acqua di mare	Strutture prossime oppure sulla costa	40 Mpa
	q. s.l.m. $>$ 400 ml o in presenza di cicli gelo/disgelo	XF2	Moderata saturazione d'acqua, con uso di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo esposte a gelo e nebbia di agenti antigelo	30 Mpa con aerante
	q. s.l.m. \leq 400 ml senza cicli gelo/disgelo	XC4	Ciclicamente bagnato e asciutto	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2	40 Mpa
	Ambiente aggressivo	XA2	Ambiente chimico moderatamente aggressivo	-	40 Mpa
	q. s.l.m. $>$ 400 ml o in presenza di cicli gelo/disgelo	XF1	Moderata saturazione d'acqua, senza impiego di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo	40 Mpa
	q. s.l.m. \leq 400 ml senza cicli gelo/disgelo	XC4	Ciclicamente bagnato e asciutto	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2	40 Mpa
	q. s.l.m. $>$ 400 ml o in presenza di cicli gelo/disgelo	XF4	Elevata saturazione d'acqua, con agente antigelo oppure acqua di mare	esposti agli agenti antigelo. Superfici orizzontali di calcestruzzo esposte	35 Mpa con aerante

				direttamente a nebbia contenente agenti antigelo e al gelo.	
	Ambiente aggressivo	XA2	Ambiente chimico moderatamente aggressivo	Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi	40 Mpa
	q. s.l.m. ≤ 400 ml senza cicli gelo/disgelo	XC4	Ciclicamente bagnato e asciutto	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2	40 Mpa
	q. s.l.m. > 400 ml o in presenza di cicli gelo/disgelo	XF2	Moderata saturazione d'acqua, con uso di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo esposte a gelo e nebbia di agenti antigelo	30 Mpa con aerante

	Ambiente aggressivo	XA1	Ambiente chimico debolmente aggressivo	-	35 Mpa
	Ambiente umido	XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità relativa dell'aria moderata oppure elevata. Calcestruzzo esposto all'esterno protetto dalla pioggia.	35 Mpa
	Ambiente aggressivo	XA1	Ambiente chimico debolmente aggressivo	-	35 Mpa
	Ambiente aggressivo	XA2	Ambiente chimico moderatamente aggressivo	-	40 Mpa
	Ambiente aggressivo	XA3	Ambiente chimico fortemente aggressivo	-	45 Mpa

	Ambiente aggressivo	XA1	Ambiente chimico debolmente aggressivo	-	35 Mpa
	Ambiente aggressivo	XA2	Ambiente chimico moderatamente aggressivo	-	40 Mpa
	Ambiente aggressivo	XA3	Ambiente chimico fortemente aggressivo	-	45 Mpa
	Ambiente umido	XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità relativa dell'aria moderata oppure elevata. Calcestruzzo esposto all'esterno protetto dalla pioggia.	35 Mpa
	Ambiente bagnato	XC2	Bagnato, raramente asciutto	Superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo. Molte fondazioni	30 Mpa
	Ambiente aggressivo	XA1	Ambiente chimico debolmente aggressivo	-	35 Mpa
	Ambiente aggressivo	XA2	Ambiente chimico moderatamente aggressivo	-	40 Mpa
	Ambiente aggressivo	XA3	Ambiente chimico fortemente aggressivo	-	45 Mpa
	-	X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, abrasione o attacco chimico. Per calcestruzzo con armatura o inserti metallici: molto asciutto.	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità dell'aria molto bassa	15 Mpa

--	--	--	--	--	--

3.8 ACCIAIO PER C.A

3.8.1 Generalità

Gli acciai per armature di c.a. devono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabilite dal D.M. vigente (D.M. 14/01/2008, norma emanata in applicazione dell'art. 21 della Legge 5/11/1971 n.1086) ed alle indicazioni delle norme armonizzate EN 10080 secondo quanto previsto dal D.M. 15/05/06 per i materiali da costruzione.

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dal citato D.M. in vigore.

E' ammesso esclusivamente l'utilizzo di acciai qualificati e dotati di marcatura CE ai sensi del Regolamento UE n°305/2011; inoltre ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibile allo stabilimento di produzione tramite marcatura indelebile.

L'unità di collaudo per acciai per c.a. e c.a.p. è costituita dal lotto di spedizione del peso max di 30 t spedito in un'unica volta e composta da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione). Ogni fornitura di peso inferiore a 30 t deve essere considerata un'unità di collaudo indipendente così come ogni fornitura di prodotti aventi caratteristiche differenti o realizzati con processi produttivi differenti anche se provenienti dallo stesso stabilimento.

Ogni carico di acciaio giunto in cantiere dovrà essere corredato della copia dell'attestato di qualificazione del S.T.C. (Servizio Tecnico Centrale Min. Infrastrutture) sul prodotto di origine, del documento di trasporto dell'acciaieria, della marcatura di origine; nel caso in cui la fornitura provenga da un commerciante o da un centro di trasformazione intermedio dovrà essere inoltre presente il documento di trasporto del fornitore e nel secondo caso la specifica marcatura che identifica in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso.

Qualora così non fosse, tutto il carico sarà rifiutato ed immediatamente allontanato, a cura e spese dell'Appaltatore, dal cantiere stesso.

3.8.2 Acciaio in barre ad aderenza migliorata qualificato – B450C

E' ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili ad aderenza migliorata qualificati e controllati con le modalità previste dal D.M. in vigore (D.M. 14/01/2008) e dalle norme armonizzate per i materiali da costruzione EN 10080.

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

		Classe C	Requisito o frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk} o f_{0.2k} (MPa)		≥450	5.0
Tensione caratteristica di rottura F_{tk} (MPa)		≥540	5.0
Valore minimo di k = (f_t/f_{yk})		≥ 1.15 < 1.35	10.0
Deformazione caratteristica al carico massimo, ε_{uk} (%)		≥ 7.5	10.0
Attitudine al piegamento		Prova di piegamento/raddrizzamento	
Tolleranza massima dalla massa nominale (%)	Diametro nominale della barra (mm) ≤ 8 > 8	±6.0 ±4.5	5.0

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

		Classe A	Requisito o frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk} o f_{0.2k} (MPa)		≥450	5.0
Tensione caratteristica di rottura F_{tk} (MPa)		≥540	5.0
Valore minimo di k = (f_t/f_{yk}) (*)		> 1.05	10.0
Deformazione caratteristica al carico massimo, ε_{uk} (%) (*)		≥ 2.5	10.0
Attitudine al piegamento		Prova di piegamento/raddrizzamento	
Tolleranza massima dalla massa nominale (%)	Diametro nominale della barra (mm) ≤ 8 > 8	±6.0 ±4.5	5.0

Per quanto concerne l'accertamento delle caratteristiche meccaniche i valori di resistenza ed allungamento di ogni campione, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella tabella seguente relativa ai valori di accettazione:

caratteristiche	Valore limite	Note
f _y minimo	425 N/mm ²	(450-25) N/mm ²
f _y massimo	572 N/mm ²	[450x(1.25+0.02)] N/mm ²
A _g minmo	≥ 6.0%	Per acciai B450C

A _g minmo	≥ 2.0%	Per acciai B450A
Rottura/snervamento	$1.13 \leq f_r/f_y \leq 1.37$	Per acciai B450C
Rottura/snervamento	$f_r/f_y \geq 1.03$	Per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamento	Assenza di cricche	Per tutti

3.8.2.1 Controlli

I controlli sulle barre di acciaio ad aderenza migliorata (B450C e B450A), devono essere eseguiti secondo le indicazioni del D.M. in vigore.

Resta nella discrezionalità della Direzione Lavori effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni.

Prove e controlli in corso d'opera su Acciai per c.a. (B450C e B450A)		
Acciai B450C e B450A (art. 25 delle N.T.):	Obbligatoria	Facoltativa
- Rilevazione del marchio di identificazione del materiale	X	
- Prova di trazione per la verifica della tensione di snervamento (f_y), di rottura (f_t) e dell' allungamento percentuale a rottura (A_{gt})	X	
- Prova di Piegatura	X	

3.8.2.2 Connessioni tra le barre

Le connessioni fra le barre di armatura dovranno essere realizzate con le seguenti modalità:

- - Legatura con filo di ferro ricotto
- - Saldature eseguite in conformità alle norme vigenti sulle saldature e previa verifica della compatibilità del metallo di apporto
- Manicotti filettati (dovranno in ogni caso essere utilizzati prodotti omologati).

3.8.3 Reti in barre di acciaio elettrosaldate

Le reti saranno realizzate con acciaio in barre ad aderenza migliorata saldabili del tipo previsto al par. 24.2 di diametro compreso fra 6 e 16 mm per quelle costituite con acciaio B450C e, di diametro compreso fra 5 e 10 mm per quelle costituite con acciaio B450A.

L'interasse delle barre non deve superare 330 mm.

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

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

I controlli in cantiere sono obbligatori e devono essere effettuati con le medesime procedure di cui al punto 24.2.

3.9 ACCIAIO PER CARPENTERIA

3.9.1 Generalità

L'Appaltatore sarà tenuto all'osservanza della legge 05.11.71 n.1086, della legge 02.02.74 n.64 e delle prescrizioni cui al paragrafo 11.3.4 "Acciai per costruzioni metalliche e per strutture composte" delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14.01.08 che si intende qui integralmente richiamato.

Per quanto applicabili e non in contrasto con le suddette Norme, si richiama qui espressamente anche la seguente Norma UNI 10011 relativa alle costruzioni in acciaio, recante istruzioni per il calcolo, l'esecuzione e la manutenzione.

3.9.2 Classificazione dei tipi di acciaio secondo EN10025

Si riepiloga lo schema sintetico di designazione:

- S simbolo S: acciaio per impiego strutturale;
- 355 indicazione del carico unitario di snervamento minimo prescritto per spessori ≤ 16 mm, espresso in N/mm²;
- J0, J2, K2 designazione della qualità relativamente alla saldatura ed ai valori di resilienza prescritti;
- W indicazione di acciaio CORTEN;
- +N, +AR stato di fornitura a discrezione del produttore;

3.9.3 Approvvigionamento materiali da costruzione.

Tutti i materiali impiegati dovranno essere qualificati e marcati CE ai sensi del Regolamento UE n°305/2011.

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

La marcatura dovrà risultare leggibile ed il produttore dovrà accompagnare la fornitura con l'attestato di controllo e la dichiarazione che il prodotto è qualificato.

L'Appaltatore dovrà esibire gli ordini effettuati per i materiali da impiegare contenenti le specifiche tecniche richieste a Progetto, i controlli e le certificazioni cui i materiali stessi dovranno essere sottoposti. In particolare, se non diversamente indicato a Progetto, le lamiere dovranno essere approvvigionate con tolleranza sullo spessore classe A UNI EN 10029.

Insieme con gli ordini emessi l'Appaltatore dovrà esibire le relative conferme d'ordine da parte del produttore, con esplicita accettazione delle specifiche tecniche richieste e indicazione dei tempi di consegna.

Qualora l'Appaltatore impieghi materiale giacente a magazzino ne dovrà fornire la documentazione d'origine del Produttore.

3.9.3.1 Disegni di fabbricazione

Prima dell'approvvigionamento dei materiali l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori, in copia riproducibile, i disegni di fabbricazione controfirmati, redatti dall'Appaltatore in conformità al Progetto esecutivo ed alle specifiche tecnologie utilizzate dall'officina e contenenti tutti i dettagli costruttivi che saranno realizzati.

L'Appaltatore dovrà inoltre consegnare una relazione di calcolo contenente la verifica dell'idoneità degli eventuali dettagli modificati proposti, le modalità di montaggio e varo con indicazione di schemi statici transitori e con le verifiche complete della struttura durante le operazioni di montaggio.

I disegni di fabbricazione consegnati dall'Appaltatore dovranno in particolare contenere le seguenti indicazioni:

- diametri e classi dei bulloni impiegati; di regola si dovranno impiegare bulloni sia normali che ad alta resistenza dei seguenti diametri: D = 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 27 mm. E' ammesso solo l'uso di bulloni neri; i bulloni zincati sono ammessi solo per esplicita accettazione del progettista ed in ogni caso devono essere ordinati specificatamente per zincatura (ossia il bullone deve essere costruito per la zincatura a caldo);
- tipologia del collegamento se ad attrito o a taglio; in particolare per i giunti ad attrito saranno impiegati bulloni precaricati a serraggio controllato; è ammesso l'uso di bulloni HRC a serraggio controllato meccanicamente (con rottura del codolo) secondo quanto previsto dalle norme armonizzate EN 14399-10 e, per quanto non in contrasto con la suddetta norma, le norme NF E 25-812
- diametri dei fori in funzione dei bulloni e della tipologia di collegamento;
- coppie di serraggio;
- E' ammesso solo l'utilizzo di pioli elettrosaldati tipo Nelson secondo norme UNI EN ISO 13918 in acciaio ex ST 37-3K (S235J2G3+C450) con caratteristiche meccaniche a rottura, snervamento e duttilità non inferiori a
 - $f_y > 350$ MPa
 - $f_u > 450$ MPa
 - Allungamento $> 15\%$
 - Strizione $> 50\%$
- principi di esecuzione delle coppelle e distribuzione dei relativi tralicci di armatura
- dettagli delle saldature con indicazione delle dimensioni, nel caso dei cordoni d'angolo e di parziali penetrazioni;
- indicazione dei giunti d'officina e dei giunti in opera;
- controfrecce d'officina;
- schemi e fasi di montaggio con indicazione completa delle eventuali opere provvisorie necessarie;

- In particolare, per quanto riguarda le saldature, i disegni di fabbricazione dovranno riportare tutti i parametri tecnologici significativi, ovvero:
- procedimenti di saldatura
- preparazioni dei lembi
- materiali d'apporto
- quaderno di saldatura, in accordo a NTC 2008, contenente come minimo:
- specifiche di procedimento di saldatura (WPS) e relative qualifiche (WPAR);
- qualifica dei saldatori e operatori di saldatura
- specifiche tecniche di fabbricazione, controllo e collaudo.

I disegni di fabbricazione dovranno essere corredati di distinta materiali contenente, numero, qualità, dimensioni, provenienza e peso teorico di ciascun elemento costituente la struttura. Dovranno inoltre far riferimento a disegni di montaggio che indichino la collocazione del singolo elemento e che consentano alla Direzione Lavori il controllo di rispondenza rispetto al Progetto esecutivo.

Il Progetto così completato sarà sottoposto da parte dell'Appaltatore all'approvazione dell'I.I.S. o di altro Ente terzo consulente di fiducia della Direzione Lavori e da questa espressamente autorizzato. In particolare, la Direzione Lavori stabilirà il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso d'opera che ad opera finita, in conformità alla UNI EN ISO 3834 e a quanto stabilito dalle Norme Tecniche per le costruzioni (di cui al D.M. in vigore) e tenendo conto delle eventuali raccomandazioni dell'Ente di consulenza e/o del Collaudatore. Si suggerisce che il tipo e l'estensione dei controlli richiesti dalla Direzione Lavori siano i seguenti:

- controllo visivo secondo EN 970 al 100% di tutte le saldature;
- controllo magnetoscopico secondo EN ISO 17638 al 20% di tutte le saldature (le zone del controllo saranno scelte in base all'esito dell'esame visivo);
- controllo ultrasonoro al 100% secondo EN 1714 dei giunti a piena penetrazione trasversali e dei giunti tecnici;
- controllo ultrasonoro al 50% secondo EN 1714 dei restanti giunti a piena penetrazione.

Tali controlli non distruttivi saranno eseguiti dall'Istituto Italiano della Saldatura (o da altro Ente terzo consulente di fiducia) su incarico diretto della Direzione Lavori, e non sollevano il Centro di Trasformazione dall'obbligo di eseguire i controlli non distruttivi previsti all'interno del Sistema Qualità UNI EN ISO 9001 / UNI EN ISO 3834.

Il tipo e l'estensione dei controlli a cura del Centro di Trasformazione saranno stabiliti dalla Direzione Lavori per ciascuna opera e dovranno essere indicati nel piano di fabbricazione e controllo emesso dal Costruttore per approvazione. Dovrà essere indicato altresì un criterio di estensione dei controlli in caso di difetti.

Gli ordini per gli approvvigionamenti dei materiali dovranno essere emessi dopo l'approvazione da parte della Direzione Lavori dei disegni di fabbricazione presentati dall'Appaltatore.

3.9.4 Lavorazioni di officina

Una volta emesso l'ordine di approvvigionamento del materiale, le lavorazioni di officina, intese come prefabbricazione delle carpenterie metalliche, verranno comunque precedute da due ulteriori fasi di controllo, una documentale ed una di collaudo dei materiali.

3.9.4.1 Presentazione documentazione tecnica

Prima di dar corso alle lavorazioni l'Appaltatore dovrà sottoporre alla Direzione Lavori la seguente documentazione:

- piano di fabbricazione e controlli, che riassumerà tecnologie, metodologie e sistemi di controllo utilizzati dall'officina per garantire la qualità attesa;
- piano di utilizzo e rintracciabilità dei materiali approvvigionati, con riferimento a:
- posizioni e marche di officina
- marcatura di qualificazione del prodotto cui al paragrafo 11.3.1 "Prescrizioni comuni a tutte le tipologie di acciaio" delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14.01.08.
- estremi di identificazione dei relativi documenti di collaudo

3.9.4.2 Collaudo tecnologico di stabilimento.

Tutti i materiali destinati alla costruzione di strutture in acciaio dovranno essere collaudati prima dell'inizio delle rispettive lavorazioni, con riferimento al piano di fabbricazione.

Particolare attenzione verrà posta nei controlli di assenza di sfogliature ed inclusioni con riferimento a dettagli costruttivi che contemplino azioni ortogonali al piano di laminazione.

E' fatto obbligo all'Appaltatore di avvertire la Direzione Lavori dell'arrivo nella sua officina dei materiali che saranno impiegati nella costruzione e di concordare con la Direzione Lavori la data di ciascuna operazione di collaudo.

Le prove sui materiali si svolgeranno presso i Laboratori Ufficiali indicati dalla Direzione Lavori.

La Direzione Lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, autorizzare l'effettuazione delle prove presso i laboratori degli stabilimenti di produzione, purché questi siano forniti dei mezzi e delle attrezzature necessarie, tarate e controllate da un Laboratorio Ufficiale, ai sensi dell'art. 20 della legge 05/11/1971 n. 1086.

L'entità dei lotti da sottoporre a collaudo, il numero e le modalità di prelievo dei campioni, saranno di regola conformi alle norme UN EN ISO377, UNI 552, UNI EN 1002-1, UNI EN 10045-1. La Direzione Lavori ha comunque la facoltà di prelevare in qualunque momento della lavorazione campioni di materiali da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta per verificarne la rispondenza alle Norme di accettazione ed ai requisiti di Progetto.

Si precisa che tutti gli acciai dei gradi JR, JO, J2, K2 da impiegare nelle costruzioni dovranno essere sottoposti, in sede di collaudo tecnologico, al controllo della resilienza. Per ogni operazione di collaudo sarà redatto apposito verbale, che sarà firmato dalla Direzione Lavori e dall'Appaltatore.

Di questo verbale sarà consegnato l'originale alla Direzione Lavori.

Un'altra copia sarà conservata dall'Appaltatore che avrà l'obbligo di esibirla a richiesta della Direzione Lavori, come specificato al successivo paragrafo.

3.9.4.3 Prefabbricazione

Le lavorazioni di officina saranno effettuate secondo quanto previsto nell'apposito Piano di fabbricazione.

Per quanto riguarda le tolleranze esecutive si fa riferimento alla norma UNI EN 1090, parti 1 e 2, se non diversamente indicato a Progetto. Eventuali deroghe adeguatamente motivate, dovranno essere esplicitamente approvate dalla Direzione Lavori. Deroghe non esplicitamente autorizzate, ancorchè contenute nel piano di fabbricazione, non saranno accettate.

Per ciascuna opera singola o per prototipi di ciascuna serie di opere è prescritto il premontaggio in officina. Eventuali deroghe dovranno essere esplicitamente autorizzate dalla Direzione Lavori.

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

In particolare l'Appaltatore dovrà attenersi alle seguenti disposizioni:

- il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, devono essere fatti preferibilmente con dispositivi agenti per pressione.
- possono essere usati i riscaldamenti locali (caldo), secondo le indicazioni della UNI EN 1090-2, purché programmati in modo da evitare eccessive concentrazioni di tensioni residue e di deformazioni permanenti. I trattamenti termici non sono ammessi, in generale, per acciai termomeccanici.
- La saldatura in zone formate a freddo deve rispettare quanto indicato in UNI EN 1993-1-8
- è ammesso il taglio a ossigeno purché regolare.
- i tagli irregolari devono essere ripassati con la smerigliatrice;
- i fori per bulloni devono essere eseguiti col trapano con assoluto divieto dell'uso della fiamma e presentare superficie interna cilindrica liscia e priva di screpolature e cricche; per le giunzioni con bulloni (normali e ad alta resistenza), le eventuali sbavature sul perimetro del foro dovranno essere asportate mediante molatura locale;
- l'uso di punzonatrici deve essere esplicitamente ammesso a Progetto. Ne è consentito l'uso in forature ridotte di almeno 2 mm e successivamente alesate a diametro definitivo

- i bulloni ad alta resistenza, nel caso di collegamenti a taglio, non dovranno avere il gambo filettato per l'intera lunghezza; la lunghezza del tratto non filettato dovrà essere in generale maggiore di quella delle parti da serrare e si dovrà sempre far uso di rosette sotto la testa e sotto il dado; è tollerato che non più di mezza spira del filetto rimanga compresa nel foro;

Non sono ammesse unioni a taglio per gli elementi soggetti a vibrazioni e/o inversione di sforzo. Per gli elementi di controvento e di diaframma soggetti ad inversione di carico i collegamenti bullonati dovranno comunque essere verificati ad attrito, almeno per la quota parte di carico alternato dovuta alle azioni variabili da traffico. Nelle unioni ad attrito le superfici dovranno presentarsi pulite, prive cioè di olio, grasso, calamina, vernice.

Per coefficienti di attrito superiori a 0.3 si dovranno presentare adeguati test a comprova del coefficiente proposto, ed in ogni caso per superfici verniciate. Al riguardo si fa riferimento ai codici UNI EN 1993-1-1, UNI EN 1993-1-8, UNI EN 1090-1.

3.9.5 Verniciature

3.9.5.1 Generalità

Ai sensi di quanto riportato al capitolo 10 delle norme UNI EN 1090-1, tutte le superfici delle strutture in acciaio dovranno essere protette contro la corrosione; la realizzazione della protezione potrà avvenire mediante uno dei due cicli di verniciatura definiti nel presente articolo a seconda che trattasi di superfici in vista o di superfici interne (da prevedersi solo nel caso di cassoni chiusi).

Entrambi i cicli saranno preceduti da un'accurata preparazione mediante sabbiatura.

Particolare cura dovrà essere posta nel trattamento delle superfici in corrispondenza delle giunzioni ad attrito per impedire qualsiasi infiltrazione all'interno dei giunti.

Non saranno accettati prodotti vernicianti che non siano rispondenti alle caratteristiche ed ai requisiti prescritti, restando a totale ed esclusivo carico dell'Appaltatore l'asportazione e la sostituzione di verniciature che non risultassero idonee. Le verniciature dovranno essere eseguite in condizioni d'ambiente idonee alle caratteristiche dei prodotti impiegati.

Non si dovrà procedere ai trattamenti quando temperatura ed umidità dell'aria superano le soglie minima e massima proprie di ciascun prodotto.

Non si dovrà procedere all'applicazione di uno strato fino a che quello precedente non sia perfettamente essiccato.

Tutti gli strati dovranno essere protetti da pioggia o bagnatura in genere per un periodo minimo di 18 h dall'applicazione.

Gli strati dovranno avere tonalità di colore diverse per consentire il controllo della loro applicazione.

Per entrambi i cicli: quello per le superfici in vista e quello per le superfici interne, l'applicazione dovrà essere effettuata secondo lo schema che segue, salvo diverse disposizioni formalmente impartite dalla Direzione Lavori:

a. In officina, a lavorazioni ultimate:

- Sabbiatura di tutte le superfici;
- Applicazione a pennello su tutte le zone che presentano tagli e saldature;
- Applicazione di uno strato di 150 μ ad airless di vernice ferromicacea alluminio "Surface Tollerant".

b. In opera, ad avvenuto completamento del montaggio:

- Spazzolatura delle zone da ritoccare;
- Ritocchi con il primo strato del ciclo, spessore equivalente;
- Applicazione strato di finitura.

E' consentito per le zone di giunti bullonati ad attrito la sabbiatura e la verniciatura con zincante inorganico di spessore consono al coefficiente di attrito richiesto a Progetto e che dovrà essere adeguatamente certificato con prove di scorrimento.

3.9.5.2 Accettazione dei prodotti vernicianti - Garanzie

Ad avvenuta consegna dei lavori e prima di dare corso ai cicli di verniciatura previsti, l'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori campioni di tutti i prodotti vernicianti componenti i due cicli, con i relativi diluenti, in contenitori sigillati del peso di 0,500 kg cadauno, nel numero di tre per ogni prodotto.

Ciascun campione dovrà essere accompagnato da schede tecniche riportanti le caratteristiche di composizione ed applicazione del prodotto.

Si provvederà a sottoporre i campioni a prova presso Laboratori di fiducia e verificarne la rispondenza ai requisiti richiesti.

Solo dopo che i laboratori avranno accertato tale rispondenza, la Direzione Lavori formalizzerà l'autorizzazione all'Appaltatore alla applicazione dei cicli, riservandosi di verificare in qualsiasi momento durante il corso dei lavori la conformità dei prodotti impiegati, presenti a piè d'opera, ai campioni sottoposti a prova.

L'Appaltatore è tenuto a garantire la buona esecuzione dei lavori e la conservazione del ciclo applicato per un periodo di sette anni.

La decorrenza della suddetta garanzia inizierà alla data del certificato di ultimazione lavori con l'obbligo di gratuita manutenzione per tutto il periodo di garanzia.

Nel detto periodo l'Appaltatore resta obbligato ad eseguire, a propria cura e spese, i ritocchi e quanto altro si rendesse necessario al fine di mantenere la verniciatura in condizioni di totale efficienza.

Se i lavori di ritocco eseguiti nel periodo di garanzia supereranno il 20% della superficie totale, l'Appaltatore sarà tenuto ad eseguire, a sua cura e spese, una totale successiva mano di verniciatura a conguaglio al fine di ripristinare il buon aspetto estetico dell'opera.

L'Appaltatore è tenuto inoltre a garantire la buona conservazione dello strato di primer zincante inorganico eseguito in officina per tutto il periodo intercorrente fino all'esecuzione dello strato intermedio e comunque per almeno un anno.

3.9.5.3 Preparazione delle superfici

3.9.5.3.1 Sabbature

Si procederà preliminarmente alla molatura di tutti gli spigoli per eliminare eventuali sbavature che potrebbero compromettere la continuità dello strato protettivo.

Successivamente saranno eliminate eventuali tracce di grasso da tutte le superfici.

Si effettuerà quindi la sabbatura a metallo quasi bianco di grado A Sa 2½ degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo la specifica SP 10 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council); dovranno essere impiegati abrasivi fini per ottenere un profilo di incisione compreso tra 0,025 e 0,050 mm.

A sabbatura ultimata, prima di iniziare la verniciatura, si dovrà procedere alla completa asportazione di residui di ossidi, abrasivi e polvere.

Le superfici sabbate tassativamente non dovranno essere inumidite prima dell'applicazione dello strato di primer che dovrà essere effettuata entro il termine di 8 h dalla sabbatura, prima che venga a formarsi un qualsiasi principio di ruggine.

Qualora si verificassero formazioni di ruggine, la sabbatura dovrà essere ripetuta a cura e spese dell'Appaltatore.

3.9.5.3.2 Spazzolatura

Ad ultimazione del montaggio in opera delle strutture in acciaio, si dovrà procedere alla spazzolatura delle saldature eventualmente eseguite in opera per renderle atte a ricevere il trattamento protettivo.

Si eseguirà quindi la spazzolatura delle superfici interessate da abrasioni, danneggiamenti, ecc., in preparazione dei ritocchi che dovranno essere fatti per ricostituire la continuità dello strato di primer. La spazzolatura, da effettuarsi con attrezzi meccanici, dovrà essere di grado C St 3 degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo la specifica SP 3 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council).

Prima di procedere alla verniciatura si dovrà procedere alla completa asportazione di ossidi e polveri.

Il trattamento di verniciatura mediante applicazione dello strato di primer dovrà essere effettuato entro il termine di 8 h dalla spazzolatura.

3.9.5.4 Cicli di verniciatura

I cicli, tanto per superfici in vista che per quelle interne sono composti da due strati, rispettivamente di primer e di finitura, oltre ai ritocchi in opera sul primer ad avvenuto completamento del montaggio delle strutture.

3.9.5.4.1 Ciclo per superfici esterne

3.9.5.4.1.1 Esecuzione in officina a lavorazione ultimata:

- a sabbatura grado SA 2½.
- b applicazione a pennello di una mano di vernice del primo strato del ciclo su saldature, tagli e spigoli.
- c applicazione mediante airless di uno strato di 150µ di vernice bicomponente alluminio "Surface Tollerant".

Contenuto solido ≥ 80%.

- temperatura minima di applicazione -5° ;
- Sovraverniciatura (con umidità relativa > 50%):

temperatura	tempi minimi di sovraverniciatura
-5°	60 h
0°	36 h
10°	22 h
15°	16 h
25°	9 h
40°	6 h

3.9.5.4.1.2 Esecuzione in opera ad avvenuto completamento del montaggio

c spazzolatura delle superfici da ritoccare al grado ST 3, incluse saldature eventualmente eseguite in opera;

d applicazione a pennello di uno strato della vernice di primo strato ai danneggiamenti preparati ed applicazione ad airless fino al raggiungimento dei 150 μ richiesti.

e applicazione mediante airless dello strato di finitura su tutte le superfici, a base poliuretanica isocianico alifatica bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,050 mm, avente le seguenti caratteristiche:

- contenuto solido > 57%;
- legante poliuretano isocianico alifatico;
- aspetto lucido;
- peso specifico della miscela > 1200 g/l;
- temperatura minima di applicazione 5°.

TABELLA 25 A - Ciclo di verniciatura per superfici in vista					
Esecuzione	in officina		in opera		
Caratteristiche	25.6.4.1.1/a	Primer zincante inorganico	25.6.4.1.2/c	Ritocchi con primer zincante organico	Strato di finitura
		25.6.4.1.1/b		25.6.4.1.2/d	
Applicazione	Sabbatura A SA 2½	airless	Spazzolatura C St 3	pennello	airless
spessore film secco mm		0,15		0,15	0,050
componenti n.		2,00		2,00	2,00
peso specifico g/l		≥1390		≥1390	≥1200
contenuto solido		≥80%		≥80%	≥57%

legante	silicato di etile	epossipolia mmidico	poliuretano isocianico alifatico
temperatura minima di applicazione	-5°	5°	5°
sovraverniciature alle diverse temperature	a -5°: 60h a 0°: 36h a 10°: 22h	a 10°: 22h a 15°: 16h	

3.9.5.4.2 Ciclo per superfici interne

3.9.5.4.2.1 Esecuzione in officina a lavorazione ultimata

a-b si richiamano integralmente le norme precedenti.

3.9.5.4.2.2 Esecuzione in opera ad avvenuto completamento del montaggio

c-d si richiamano integralmente le norme precedenti.

e applicazione mediante airless di uno strato a base di epossidiche bicomponenti spessore 75µ aventi le seguenti caratteristiche:

- Solido in volume 70%;
- Legante epossidico;
- Aspetto lucido.

f applicazione mediante airless dello strato di finitura su tutte le superfici a base di poliuretano alifatico antingiallente di spessore 50µ avente le seguenti caratteristiche:

- Contenuto $\geq 57\%$;
- Legante poliuretano;
- Aspetto lucido
- peso specifico della miscela: > 1200 g/l;
- temperatura minima di applicazione: 5° .

TABELLA 25 B - Ciclo di verniciatura per superfici interne					
Esecuzione	in officina		in opera		
Caratteristiche	25.6.4.2.1/a	Primer zincante inorganico	25.6.4.2.2/c	Ritocchi con primer zincante organico	Strato di finitura
		25.6.4.2.1/b		25.6.4.2.2/d	25.6.4.2.2/e
applicazione	Sabbiatura A SA 2½	airless	Spazzola	pennello	airless
spessore film secco mm		0,15		0,15	0,050
componenti n.		2,00		2,00	2,00
peso specifico g/l		≥ 1390		≥ 1390	≥ 1200
contenuto solido		$\geq 80\%$		$\geq 70\%$	$\geq 57\%$
legante		silicato di etile		epossipoliamicidico	poliuretano isocianico alifatico
temperatura minima di applicazione		-5°		5°	5°

sovravernici ature alle diverse temperature	a -5°: 60h a 0°: 36h a 10°: 22h	a 10°: 22h a 15°: 16h	
--	---------------------------------------	--------------------------	--

3.9.5.4.3 Requisiti particolari

Ai sensi di quanto previsto dalla UNI EN 1090 andranno previsti i seguenti particolari trattamenti per:

3.9.5.4.3.1 Superfici in contatto con il cls

Le superfici che verranno a contatto con calcestruzzo non devono essere rivestite tranne che non sia richiesto nella specifica di Progetto. Là dove non sono rivestite, tali superfici devono essere pulite ad aria compressa o a spazzola per rimuovere scorie di laminazione e pulite per rimuovere polvere, olio e grassi. Se le superfici trattate terminano su superfici che devono essere a contatto con calcestruzzo, il sistema di trattamento deve estendersi per almeno 30 mm nell'interfaccia.

3.9.5.4.3.2 Superfici ad attrito

Per le superfici di acciaio che si intende formino un contatto ad attrito con un'altra superficie di acciaio qualsiasi contaminazione con olio delle superfici ad attrito deve essere rimossa usando pulitori chimici e non pulitura a fiamma.

Le superfici ad attrito devono essere protette dopo la preparazione fino all'assemblaggio ed alla chiodatura con coperture resistenti agli agenti atmosferici.

E' consentita, per le zone di giunto ad attrito, la sabbiatura e la verniciatura con zincante inorganico di spessore consono al coefficiente di attrito richiesto (a Progetto) purchè quest'ultimo venga adeguatamente certificato con prove di scorrimento.

Le aree non trattate intorno al perimetro dei collegamenti serrati non devono essere trattate finché non siano state completate tutte le ispezioni del collegamento.

3.9.5.4.3.3 Superfici delle saldature e per saldature

Se un componente deve essere successivamente saldato, i lembi delle superfici da saldare devono essere protetti per almeno 150 mm con uno strato di 15–20 μ di vernice saldabile, certificata a base di etilsilicato di zinco.

Le saldature ed i materiali base adiacenti non devono essere verniciati prima che siano state tolte le scorie.

Un rivestimento addizionale a filetto deve essere applicato alle superfici saldate là dove la mano di fondo è stata applicata sotto la saldatura, se così stabilito dalla specifica di Progetto.

3.9.5.4.3.4 Trattamento dei dispositivi di giunzione

Il trattamento dei dispositivi di giunzione deve essere in accordo con quanto segue:

- con la classificazione della protezione alla corrosione precisata nella specifica di Progetto;
- con il materiale costituente il dispositivo di giunzione;
- con i materiali adiacenti in contatto con il dispositivo di giunzione quando in posizione e le verniciature su questi materiali;
- con il metodo di serraggio del dispositivo di giunzione;
- con qualunque eventuale necessità di riparare il trattamento del dispositivo di giunzione dopo il serraggio.

I bulloni di fondazione non devono essere trattati, se precisato nella specifica di Progetto.

I dispositivi di giunzione, con un pre-trattamento in accordo con la classificazione della protezione alla corrosione precisata nella specifica di Progetto, non devono essere ulteriormente rivestiti dopo l'installazione tranne che non sia stabilito nella specifica di Progetto.

Qualsiasi trattamento dei dispositivi di giunzione che si renda necessario dopo l'installazione non deve essere eseguito finché non sia stata completata l'ispezione dei dispositivi di giunzione.

1) In officina:

- sabbiatura A SA2½ delle norme SIS;
- applicazione di uno strato di primer zincante inorganico con spessore del film secco pari 0,080 mm.

2) In opera:

- operazioni di pulizia, eliminazione di polvere e parti incoerenti previo lavaggio, sgrassaggio delle superfici, accurata spazzolatura meccanica e/o manuale delle zone eventualmente deteriorate;
- ritocchi, ove necessario, con primer epossipoliamidico del tipo "surface tolerant", dato a pennello, per uno spessore di film secco pari a 0,100 mm;
- strato generale di collegamento fra lo zincante inorganico ed il rivestimento intumescente;
- epossipoliamidico al fosfato di zinco con spessore 0,070 mm;
- applicazione di rivestimento intumescente, idoneo a conferire, ad ogni singolo elemento (lamiere, profilati, ecc.) in base alla propria resistività, la resistenza al fuoco di classe R 30 (30 minuti) in grado di sopportare l'esposizione agli agenti atmosferici per almeno 6 mesi senza degradarsi in assenza dello strato di protezione superficiale. Al fine di raggiungere la classe di resistenza al fuoco prescritta lo spessore del film secco dovrà essere minimo di 0,250 mm. Il rivestimento dovrà essere applicato in 1 (una) mano a spruzzo airless.
- applicazione dello strato finale, a spruzzo airless, con funzioni estetico protettive a base di resine poliuretatiche alifatiche, dato in almeno 2 strati, per uno spessore complessivo non inferiore a 0,130 mm.

Il prodotto costituente il rivestimento intumescente dovrà essere certificato in base alla curva temperatura/tempo ISO 834, secondo BS 476 e rispondere a quanto specificato nella circolare del Ministero degli Interni n. 91 e nella normativa UNI 9503.

Circa le temperature, i tempi ed il grado di umidità per le operazioni di sovraverniciatura si farà riferimento a quanto indicato dalla Direzione Lavori.

3.10 MISTO GRANULARE NON LEGATO PER FONDAZIONE

3.10.1 Descrizione

La fondazione in oggetto è costituita da una miscela di terre stabilizzate granulometricamente; la frazione grossa di tale miscela (trattenuta al setaccio UNI EN 2 mm) può essere costituita da ghiaie, frantumati, detriti di cava, scorie o anche altro materiale ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori. La fondazione potrà essere formata da materiale d'apporto idoneo pronto all'impiego oppure da correggersi con adeguata attrezzatura in impianto fisso di miscelazione. Lo spessore della fondazione deve essere conforme agli elaborati di Progetto.

3.10.2 Caratteristiche dei materiali da impiegare

Gli inerti impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE n°305/2011 sui prodotti da costruzione. Ogni fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13242.

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

- a) l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 63 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- b) granulometria (norma UNI EN 933-1) compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limite:

Serie UNI EN 933-1	Passante totale in peso %
setaccio 63	100
setaccio 40	95-100
setaccio 31.5	75-100
setaccio 16	53-80
setaccio 8	36-66
setaccio 6.3	31-61
setaccio 2	16-39
setaccio 0.5	8-23
setaccio 0.063	3-10

- a) rapporto tra il passante al setaccio UNI EN 0.063 mm ed il passante al setaccio UNI EN 0,5 mm inferiore a 2/3.
- b) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30% in peso (UNI EN 1097-2/1999).
- c) equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio UNI EN 2 mm: compreso tra 25 e 65 (la prova va eseguita con dispositivo di scuotimento meccanico UNI EN 933-8/2000). Tale controllo deve anche essere eseguito sul materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia "65" potrà essere modificato dalla Direzione Lavori in funzione

delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35 la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso d'elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza C.B.R. di cui al successivo comma.

- d) Indice di portanza C.B.R. (UNI EN 13286-47/2006 – Miscele non legate o legate con leganti idraulici – Parte 47: Metodo di prova per la determinazione dell'indice di portanza CBR, dell'indice di portanza immediata e del rigonfiamento) dopo quattro giorni d'imbibizione in acqua, eseguito sul materiale passante al crivello UNI 25 mm, non minore di 50. È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di $\pm 2\%$ rispetto all'umidità ottimale di costipamento. Se le miscele contengono oltre il 60% in peso d'elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi a, b, d, e, salvo nel caso citato al comma e) in cui la miscela abbia un equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

3.10.3 Studio preliminare

Le caratteristiche suddette devono essere accertate dall' Appaltatore mediante prove di Laboratorio sui campioni che la stessa avrà cura di presentare per tempo alla Direzione Lavori.

Contemporaneamente l'Appaltatore deve indicare, per iscritto, le fonti d'approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che sarà impiegata.

La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio dell'esecuzione dei lavori, né saranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive. I requisiti d'accettazione saranno inoltre accertati con controlli della Direzione Lavori sia in cava, sia preliminarmente sia in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo avere effettuato il costipamento.

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

3.10.4 Modalità esecutive

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

Il materiale sarà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm e deve presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.

L'eventuale aggiunta d'acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Verificandosi comunque eccesso d'umidità o danni dovuti al gelo lo strato compromesso deve essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Appaltatore.

Il materiale pronto per il costipamento deve presentare in ogni punto la prescritta granulometria. Per il costipamento e la rifinitura saranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi.

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

Il costipamento d'ogni strato deve essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHTO modificata (AASHTO T 180-57 metodo D) con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al setaccio 3/4".

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

$$d_r = \frac{d_i P_c (100 - x)}{100 P_c - x d_i}$$

dove:

d_r = densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 25 mm da paragonare a quello AASHTO modificata determinata in Laboratorio

d_i = densità della miscela intera

P_c = peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm

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

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso d'elementi di dimensione superiore a 35 mm, compresa tra il 25 e il 40%. In tal caso nella stessa formula, al termine x , deve essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso trattenuto al setaccio ISO 3310 di apertura 20 mm).

3.10.5 Dati prestazionali

I valori di PORTANZA costituiscono il dato prestazionale. La misura della portanza consiste nella valutazione del MODULO ELASTICO DINAMICO REALE dello o degli strati di supporto sopra descritti, effettuata con una macchina a massa battente (Falling Weight Deflectometer-FWD) dotata di misuratori di deflessione (geofoni) operanti su 9 punti di una linea a distanza prefissata dalla piastra di carico, nel modo qui di seguito descritto :

- la massa battente da usare e l'altezza di caduta verranno stabilite mediante prove da effettuare prima della misura, in modo da non lasciare deformazioni permanenti sotto la piastra; l'altezza di

caduta o la massa battete, se ciò succede, dovranno essere ridotte fino ad avere una deformazione di tipo elastico;

- le misure verranno effettuate nelle condizioni stabilite al punto precedente, controllando che comunque anche in altre zone di prova non si abbia deformazione plastica; il MODULO ELASTICO DINAMICO dello strato di FONDAZIONE verrà calcolato interpretando le misure con un modello costituito da un multistrato elastico con sottofondo di spessore indefinito;
- l'affidabilità del retrocalcolo dovrà essere valutata attraverso il confronto tra il bacino di deflessione misurato e quello derivato dal retrocalcolo stesso. Si dovrà pertanto individuare l'errore quadratico medio percentuale (RMS) attraverso la seguente equazione:

$$RMS(\%) = 100 \cdot \sqrt{\frac{1}{9} \sum_{i=1}^9 \left(\frac{d_{ci} - d_{mi}}{d_{mi}} \right)^2}$$

- ove d_{mi} e d_{ci} sono rispettivamente la deflessione misurata e quella calcolata in corrispondenza dell' i -esimo geofono. Non saranno considerati accettabili valori di RMS superiori al 5%.
- la media dei valori di modulo dinamico ottenuto, espresso in MPa, elaborata su tronchi omogenei ottenuti con misure effettuate ogni 50 metri (o con cadenza più fitta per lavori di lunghezza ridotta, oppure su superfici di aspetto variabile), deve risultare maggiore o uguale a quello di Progetto e comunque superiore a 185 MPa. Per valori medi di portanza inferiori al 10% rispetto ai valori di Progetto al misto granulare viene applicata una detrazione del 10% del prezzo. Per carenze comprese tra il 10 ed il 20% al misto granulare viene applicata una detrazione del 20% del prezzo, mentre per carenze superiori al 20%, il tratto considerato deve essere demolito e ricostruito.

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

Solo per tratti di fondazione in misto granulare estremamente localizzati si potrà valutare le prestazioni raggiunte utilizzando una misura del modulo di deformazione M_d che, accertato secondo le modalità previste dal presente Capitolato Speciale nell'intervallo compreso fra 1,5 e 2,5 daN/cm², non deve essere inferiore a 1.000 daN/cm².

3.11 IMPERMEABILIZZAZIONE DI OPERE D'ARTE

3.11.1 Norme Generali

Tutti i materiali per impermeabilizzazione dovranno rispondere ai requisiti prescritti dalle rispettive Norme di accettazione.

Particolare cura dovrà essere posta nella preparazione delle superfici da impermeabilizzare; eventuali punti singoli dovranno essere stuccati e sigillati con idonee malte o stucchi epossidici.

Dovranno avere adeguate pendenze per un regolare sgrondo delle acque e presentarsi sane, regolari, perfettamente pulite, assenti da oli, grassi, polveri e prive di residui di boiacca o di malta cementizia, di prodotti disarmanti, di preesistenti impermeabilizzazioni. Le superfici dovranno essere asciutte e stagionate per almeno venti giorni per assicurare una buona adesione del manto impermeabilizzante. A questo fine la superficie dovrà essere sabbiata e/o bocciardata, anche quando siano stati eseguiti precedenti interventi di ripristino con l'impiego di betoncini o calcestruzzi reoplastici a ritiro compensato.

A questi interventi preparatori dovrà seguire un'accurata pulizia delle superfici interessate anche mediante idrolavaggi (preferibilmente in periodi caldi o asciutti) e conseguente energica soffiatura con aria compressa.

L'esecuzione delle impermeabilizzazioni dovrà essere eseguita con la massima accuratezza, specialmente in prossimità di fori, passaggi, canne ecc.; il convogliamento delle acque meteoriche ai pluviali sarà assicurato mediante idonei pezzi speciali fissati a livello della soletta in calcestruzzo mediante l'impiego di stucchi epossidici al manto impermeabile e muniti di griglia parafoglie. L'impermeabilizzazione dovrà interessare anche le zone dei bocchettoni di scarico delle acque superficiali, ricoprendoli nell'area dei risvolti; non si dovranno in nessun modo danneggiare le attrezzature di smaltimento preesistenti e/o ricostruite.

Le riprese di lavoro dovranno essere ridotte al minimo, salvo le esigenze particolari; in ogni caso dovrà essere assicurata una perfetta adesione tra vecchia e nuova membrana.

Il manto dovrà essere transitabile, senza distacchi e perforazioni, dal normale traffico di cantiere (escluso quello cingolato).

Dovrà risultare impermeabile, dopo la stesa su di esso dei conglomerati bituminosi, sotto una pressione di 1 MPa in permeometro, a 333 K per 5 h, anche nelle zone di giunto.

Le strutture sovrastanti gli strati impermeabili dovranno essere eseguite dopo il perfetto consolidamento degli strati stessi.

Eventuali perdite che si manifestassero sino a collaudo eseguito, dovranno essere sanate ed eliminate dall'Appaltatore a suo totale carico, compreso ogni lavoro di ripristino delle eventuali sovrastrutture.

L'Appaltatore dovrà sottoporre preliminarmente alla Direzione Lavori i campioni dei materiali che intende adottare per essere sottoposti alle prove di idoneità che saranno richieste dalla Direzione Lavori.

Potranno essere prelevati anche tasselli già posti in opera su cui effettuare le prove di laboratorio su zone scelte a caso.

Qualora dalle prove di cui sopra non risultassero le caratteristiche richieste, i materiali saranno rifiutati e l'Appaltatore dovrà allontanarli a sua cura e spese.

3.11.2 Manto con membrana elastica continua in materiale epossipoliuretano

3.11.2.1 Primer di adesione

Il primer di adesione dovrà essere costituito da base epossidica ed induritore poliamminovalentico con solventi, per un residuo secco non inferiore al 60% in peso.

3.11.2.2 Membrana impermeabilizzante sintetica elastica continua spruzzata in opera

La membrana impermeabilizzante elastica continua dovrà essere costituita da un copolimero epossipoliuretano con presenza attiva di un terzo polimero elastomerico. Il prodotto deve polimerizzare entro le 24 h dal termine della stesa alle condizioni di temperatura $T > 293 \text{ K}$ ed UR 65% $\pm 5\%$. Il materiale applicato dovrà, a polimerizzazione avvenuta, avere le seguenti caratteristiche chimico-fisiche salvo diversa prescrizione progettuale:

- Densità relativa (riferita al prodotto A+B polimerizzato): $1,15 \pm 0,05 \text{ kg/dm}^3$
- Durezza superficiale: $90 \pm 5 \text{ Shore "A"}$
- Resistenza a sollecitazione per trazione: minimo 6 MPa (UNI EN 12311)
- Allungamento percentuale a trazione: minimo 80% (UNI EN 12311)
- Elasticità: massimo 15% (verificata come deformazione residua a trazione) (UNI EN 12311)
- Resistenza alle basse temperature: integrità per avvolgimento su mandrino cilindrico fino a $T = 253 \text{ K}$ (UNI EN 495-5 e UNI EN 1109)
- Adesione al supporto cementizio: minimo 3 MPa e per valori inferiori purché risulti una rottura coesiva del supporto (riferito alla superficie di prova) almeno pari al 60% della superficie (ASTM 2197-68).

3.11.2.3 Mano d'attacco per collegamento della membrana con la pavimentazione

La mano d'attacco tra membrana e pavimentazione dovrà essere costituita da un bitume modificato con polimeri SBS-R da spruzzare a caldo ($T > 453 \text{ K}$) in ragione di circa $0,8 \text{ kg/m}^2$ e le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme (pavimentazioni in conglomerato bituminoso) salvo diverse disposizioni progettuali.

3.11.2.4 Modalità di applicazione

Si provvederà, al fine di garantire una perfetta adesione tra membrana e supporto, alla stesa del "primer" applicato mediante spruzzo "airless" e con adeguata apparecchiatura, in quantità comprese tra 0,20 e 0,25 kg/m².

Sulla superficie così pretrattata si dovrà procedere all'applicazione della membrana epossipoliuretanic elastomerica mediante idonee apparecchiature automontate ed automatiche che garantiscano, oltre che potenzialità di lavoro adeguata, il controllo dei quantitativi di stesa.

La realizzazione della membrana dovrà essere fatta mediante l'applicazione di un quantitativo di prodotto medio di 3,4-3,6 kg/m² (spessore secco 3,0 mm) tale da garantire un'elevata protezione all'azione delle acque meteoriche e degli agenti aggressivi in soluzione (sali fondenti antigelo).

La sua adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.

La posa in opera dell'intero ciclo impermeabilizzante non sarà effettuata quando, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni meteorologiche saranno tali da non garantire la perfetta riuscita del lavoro e comunque quando la temperatura esterna sia inferiore a 283 K.

Non prima di 12 h dal termine della stesa della membrana impermeabile, nel caso di temperature > 293 K, dovrà seguire l'accurata ed uniforme applicazione della mano di attacco e di collegamento alla pavimentazione nella quantità di 0,8 kg/m².

Detto materiale dovrà essere spruzzato anche sulla parte verticale interna dei cordoli che sarà coperta dalla pavimentazione.

3.11.3 Manto con bitume modificato con elastomeri ed armato con TNT

I lavori di impermeabilizzazione dovranno essere eseguiti a temperatura non inferiore a 10°C ed in assenza di forte umidità e di pioggia. Il piano di posa deve risultare perfettamente asciutto e privo di polvere.

L'impermeabilizzazione consisterà essenzialmente nelle seguenti operazioni:

- a) accurata preparazione delle superfici da trattare, che devono risultare compatte, asciutte ed esenti da olii. Si provvederà quindi ad una accurata pulizia generale della superficie con motosoffiatore e, se necessario con motospazzatrice o getto di acqua ad alta pressione (operazione quest'ultima da eseguirsi con la massima cura e senza l'impiego di soluzioni acide);
- b) spargimento con autocisterna termica, provvista di autonomo impianto di riscaldamento e barra di distribuzione automatica, dotata di strumentazione in grado di assicurare l'uniformità della stesa ed il controllo di processo in tempo reale, di bitume elastomerizzato alla temperatura di 180-190 °C in ragione di 2,5 kg/m².
- c) applicazione sulla zona trattata di tessuto non tessuto di poliestere, che dovrà essere sovrapposto di circa 20 cm; il peso di tessuto applicato dovrà essere compreso tra 150 e 200 gr/m².
- d) per completare l'adesione del tessuto non tessuto al bitume elastomerizzato nonché per l'impregnazione dello stesso al tessuto si dovrà rullare la superficie con un leggero mezzo di

compattazione gommato. Ad operazione conclusa il tessuto dovrà risultare perfettamente aderente al piano di posa legante.

e) spargimento con le stesse modalità di cui al punto b) di una seconda mano di bitume elastomerizzato, in ragione di 2 kg/m².

f) spargimento uniforme di sabbia di natura calcarea o silicea, di pezzatura non superiore a 3 mm, in ragione di circa 2 kg/m².

All'atto della stesa del conglomerato bituminoso sul manto impermeabilizzante non si dovrà eseguire la consueta mano di attacco tramite emulsione bituminosa.

3.11.3.1 Requisiti di accettazione dei materiali impiegati e del manto impermeabilizzante

3.11.3.1.1 Caratteristiche del bitume elastomerizzato

CARATTERISTICHE	NORME	VALORI
Penetrazione a 25°C, dmm	CNR-BU n. 24/71	50-70
Punto di rammollimento, P&A, °C, min	CNR-BU n. 35/73	60
Punto di rottura FRAAS, °C, max	CNR-BU n. 43/74	- 20
Viscosità dinamica a 160°C, Pa x s	SN 67.1722a/85	> 0,45
Ritorno elastico a 25°C, %, min	DIN 52013	80
Stabilità allo stoccaggio (Δ Pen, dmm e P&A, °C), max	-	5
Invecchiamento (RTFOT), penetrazione residua, % min	ASTM D 2872	60
Invecchiamento (RTFOT), variazione P&A, °C	ASTM D 2872	+/-5

3.11.3.1.2 Caratteristiche del tessuto in poliestere

Il tessuto non tessuto in poliestere dovrà essere privo di collanti, appretti o impregnanti e non dovrà aver subito alcun trattamento di termosaldatura; dovrà essere del tipo agugliato ottenuto dal solo processo di filatura (stirotesturizzazione).

Sono richieste le seguenti caratteristiche chimico-fisiche:

- imputrescibilità
- inattaccabilità da muffe, batteri, roditori
- punto di rammollimento PA, °C > 240
- punto di fusione °C > 260
- ottima resistenza ai raggi UV
- ottima resistenza agli agenti chimici
- ottima tenuta allo scorrimento sotto carico costante.

Dovranno inoltre essere garantite le seguenti caratteristiche meccaniche, riscontrate su campioni di dimensioni mm 50 x 150:

- resistenza a trazione longitudinale, N >225
- resistenza a trazione trasversale, N >225
- allungamento a rottura longitudinale, % >65
- allungamento a rottura trasversale, % >75
- resistenza alla lacerazione longitudinale, N >125
- resistenza alla lacerazione trasversale, N >155

3.11.3.1.3 Caratteristiche del manto impermeabilizzante

Sul manto impermeabilizzante ottenuto al termine della lavorazione, dovranno essere garantite le seguenti caratteristiche meccaniche, riscontrate su campioni di dimensioni mm 50 x 150 con spessore di mm 5:

- resistenza a trazione longitudinale, N >500
- resistenza a trazione trasversale, N >500
- allungamento a rottura longitudinale, % >125
- allungamento a rottura trasversale, % >125
- resistenza alla lacerazione longitudinale, N >245
- resistenza alla lacerazione trasversale, N >245
- resistenza alla punzonatura, PS >3
- adesione al supporto cementizio liscio, longitudinale, N >200
- adesione al supporto cementizio liscio, trasversale, N >200

3.11.4 Manto realizzato con guaine preformate costituite da bitumi modificati con elastomeri ed armato con TNT

L'impermeabilizzazione dovrà essere realizzata con guaine bituminose preformate, armate con geotessile non tessuto in poliestere, aventi le caratteristiche riportate nel seguito.

3.11.4.1 Materiali

- Il primer di adesione dovrà essere costituito da base epossidica ed induritore poliamminodialifatico con solventi, per un residuo secco non inferiore al 60% in peso.
- La massa bituminosa della guaina sarà costituita indicativamente da bitume leggermente polimerizzato, in quantità non superiore al 70% in peso della massa costituente il legante, mescolato con copolimeri di butilene e propilene con opportuni agenti stabilizzanti della dispersione degli elastomeri nel bitume. Potranno in alternativa essere usati altri tipi di elastomeri e plastomeri purché compatibili con il bitume e con le temperature di fabbricazione e messa in opera.

Dovrà essere escluso l'uso di ogni tipo di carica minerale.

La massa bituminosa costituente la guaina dovrà rispondere alle caratteristiche riportate di seguito:

- punto di rammollimento P.e A. > 423 K;
- punto di rottura Frass 258 K;
- penetrabilità DOW a 288 K (con peso 100 g a 289 K) 20÷30 dmm.

La non rispondenza a quanto sopra comporterà il rifiuto delle guaine.

- L'armatura delle guaine sarà costituita da geotessile non tessuto ottenuto da fibre di poliestere a filo continuo agglomerato mediante agugliatura. Saranno ammesse anche guaine con armatura mista in geotessile non tessuto in poliestere e rete o velo in fibra di vetro (o altro materiale non putrescibile).

Dalle prove di qualificazione, dovranno risultare i seguenti valori:

- peso > 300 g/m²
- resistenza a trazione su striscia di 5 cm (UNI EN ISO 13934-1 e UNI EN 29073-3) > 18 kN/m
- allungamento (UNI EN ISO 13934-1 UNI EN 29073-3) > 60%
- lacerazione > 0,5 kN
- punzonamento (UNI 8279-14) > 3 kN
- inalterabilità all'azione anche prolungata di sali, alcali, acidi, idrocarburi e microrganismi;
- perfetta adesione ed impregnabilità con la massa bituminosa.

- Le guaine impermeabili preformate dovranno avere l'armatura in posizione asimmetrica rispetto alla massa bituminosa (posta a 0,5 mm dalla superficie a contatto con il conglomerato bituminoso della pavimentazione). Le guaine dovranno essere sottoposte preliminarmente a prove dalle quali dovrà risultare la rispondenza ai requisiti sottoelencati:

- massa areica (UNI 8202-7):

- . guaina di spessore non minore di 5 mm > 5,500 kg
- . guaina di spessore non minore di 4 mm > 4,500 kg

- resistenza a trazione (UNI EN 12311):

- . longitudinale > 18 kN/m
- . trasversale > 16 kN/m

- resistenza a lacerazione (UNI EN 12310):

- . longitudinale 0,16 kN
- . trasversale 0,17 kN

- punzonamento statico:

. classe di resistenza/carico supportato su sfera diam. 10 mm

- su supporto rigido Ps4/> 25 kg

- su supporto non rigido Ps4/> 25 kg

- flessibilità a freddo su mandrino (UNI EN 495-5 e UNI EN 1109) 263 K

- scorrimento a 343 K (UNI 8202-16) < 1 mm

- impermeabilità all'acqua (UNI EN 1928) > 100 kPa

Salvo diverse prescrizioni progettuali.

3.11.4.2 Modalità di posa in opera

Eseguiti gli interventi preparatori descritti al punto 33.1 seguirà la stesa di un idoneo primer che potrà essere costituito da bitumi di tipo C, le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme (pavimentazioni in conglomerato bituminoso), applicato mediante spruzzo "airless" e con adeguata apparecchiatura.

La guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 5 mm e larghezza minima di 1,00 m, armata con geotessile non tessuto in poliestere del peso di 300 g/m², salvo diverse prescrizioni progettuali, sarà posta in opera direttamente sul primer di attacco alla soletta, quando la temperatura media diurna dell'aria sia superiore ai 283 K.

Le guaine saranno incollate, previa fusione con fiamma, al primer steso in precedenza, curando la perfetta adesione in ogni punto e la tenuta dei giunti (sormonti) di costruzione.

Nel caso invece di guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 4 mm, sarà posta in opera previa spalmatura, su primer di attacco alla soletta, di 1 kg/m² di materiale bituminoso avente le stesse caratteristiche di quello formante la guaina.

La messa in opera delle guaine dovrà essere effettuata solo dopo completa evaporazione del solvente.

In ambedue i casi la loro adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.

3.11.5 Manto con cartonfeltro bitumato

L'impermeabilizzazione è costituita da due strati di cartonfeltro bitumato ricoperto a doppio bagno, del peso cadauno non inferiore a 1,2 kg/m², alternati con tre spalmature di bitume ad alto punto di fusione, dato a caldo, in ragione di 1,2 kg/m² per ogni spalmatura. Il peso complessivo dell'impermeabilizzazione dovrà risultare mediamente di 6 kg/m².

Quando il manto è posto al piede di murature e/o tramezzi dovrà avere una larghezza eccedente almeno 10 cm per parte il loro spessore.

3.11.6 Manto con membrane prefabbricate a base bituminosa

L'impermeabilizzazione è costituita da membrane prefabbricate a base bituminosa, disposte ad uno o due strati ed armate con tessuto non tessuto in poliestere o con teli di fibre di vetro. La massa bituminosa sarà costituita indicativamente per il 70% in peso da bitume leggermente polimerizzato mescolato con copolimeri di butilene e propilene con opportuni agenti stabilizzanti della dispersione degli elastomeri nel bitume; avrà le seguenti caratteristiche:

- punto di rammollimento P.e A. 403÷413 K
- punto di rottura Frass 288 K
- penetrazione con peso di 100 g a 298 K: 2÷3 mm.

L'armatura, in relazione alle previsioni progettuali, sarà costituita da:

- tessuto non tessuto del peso di 300 g/m² in fibre di poliestere ad alto titolo e tenacità solidamente collegate tra loro mediante legamento per agugliatura;
- velo in fibra di vetro del peso di almeno 50 g/m²;
- tessuto in fibra di vetro del peso di almeno 50 g/m².

La finitura superficiale delle membrane sarà di tipo: normale; granigliata; autoprotetta con lamina goffrata di alluminio ricotto titolo 99,5% colore naturale di spessore di 0,08 mm; con lamina goffrata di rame ricotto titolo 99,5% colore naturale spessore di 0,08 mm, come da scelte progettuali.

Il peso delle membrane, per quelle armate in tessuto non tessuto in poliestere e per quelle armate con tessuto di fibra di vetro e autoprotette con lamine metalliche sarà di almeno 4 kg/m²; per quelle armate con velo di fibra di vetro sarà di 3 kg/m².

Le membrane saranno applicate a fiamma previa pulizia del supporto e spalmatura di primer a base bituminosa, sovrapponendo i bordi dei teli per almeno 5 cm.

Nel manto costituito da doppio strato di membrane, il secondo strato sarà applicato a fiamma incrociato rispetto al primo.

3.11.7 Manto con fogli di PVC o di gomma sintetica

L'impermeabilizzazione è costituita da fogli in PVC o in gomma sintetica, come da scelte progettuali, dello spessore di 1,2÷1,3 mm, posti in opera con giunti sovrapposti per almeno 10 cm e saldati ad aria calda o mediante solvente.

Le operazioni di saldatura dovranno essere realizzate in tre fasi: puntatura dei teli; formazione di un primo cordone di saldatura; saldatura definitiva a tenuta idraulica ottenuta mediante un secondo cordone di saldatura.

I fogli in PVC (cloruro di polivinile), plastificato e stabilizzato ai raggi ultravioletti, saranno armati con tessuto in poliestere o fibra di vetro.

I fogli in gomma sintetica (Hypalon), da porre in opera, previa impregnazione del sottofondo con appositi adesivi, dovranno essere accoppiati con un feltro in fibra sintetica dello spessore di 0,4 mm. I manti dovranno essere risvoltati, fissandoli sul coronamento perimetrale con profilati estrusi in alluminio di adeguata sezione e sagomati per farli aderire alla struttura sottostante; l'acqua meteorica sarà convogliata ai pluviali mediante pezzi speciali saldati e muniti di griglie parafoglie; particolare cura dovrà essere posta nella realizzazione dei raccordi con le strutture emergenti dal manto (lucernari, canne fumarie ecc.) utilizzando opportuni collari.

3.11.8 Manto con fogli di PVC e coibentazione in pannelli di poliuretano espanso

Il manto è costituito da un primo strato di tessuto non tessuto del peso di 300 g/m²; una barriera antivapore in poliestere di spessore > 0,5 mm; un secondo strato di tessuto non tessuto del peso di 300 g/m²; uno strato coibente dello spessore complessivo di 50 mm a doppio ordine di pannelli rigidi di poliuretano espanso della densità di 35 kg/m³ posti in opera a giunti sfalsati; uno strato

impermeabile in PVC dello spessore di 1,5 mm, rinforzato con tessuto in poliestere o velo in fibra di vetro e stabilizzato ai raggi UV.

3.11.9 Barriera antivapore

La barriera antivapore sarà ottenuta mediante fogli di polietilene dello spessore > 0,5 mm; avrà giunti sovrapposti per almeno 10 cm che saranno sigillati con nastro biadesivo o sistemi equivalenti.

3.11.10 Impermeabilizzazioni vasche

Le impermeabilizzazioni del fondo e delle pareti interne delle vasche in c.a. di accumulo dell'acqua saranno realizzate con applicazione di vernice monocomponente a base di clorocaucciù data in tre mani per uno spessore complessivo non inferiore a 0,3 mm, previa preparazione del fondo effettuata mediante sabbiatura e stuccatura delle eventuali lesioni o cavillature.

3.12 MURATURE

3.12.1 Norme generali

I tipi e gli spessori delle murature sono quelli indicati in Progetto.

I laterizi, il pietrame ed i blocchetti in calcestruzzo dovranno essere bagnati all'atto dell'impiego fino a sufficiente saturazione. Dovranno essere messi in opera in corsi regolari con commessure ben riempite di malta.

Prima di dare inizio alla esecuzione delle murature dovrà essere richiesto il benestare della Direzione Lavori sulla idoneità del piano d'appoggio.

Murature nelle quali dovesse riscontrarsi l'impiego di materiali scadenti o difetti d'esecuzione saranno rifiutate, restando a carico dell'Appaltatore l'onere per la demolizione e il successivo rifacimento.

Dovrà essere curato in ogni particolare l'esecuzione di spigoli, sguinci, spalle, mazzette, strombature, incassature, immorsature, canne, piattabande, pilastri, pilastrini, lesene, ecc..

Dovranno essere lasciati i necessari fori, tracce, incavi, canalizzazioni per il passaggio e l'installazione d'impianti d'ogni tipo e degli scarichi, per la posa in opera dei controtelai di norma in legno d'abete e degli infissi, per gli ancoraggi di strutture, per i rivestimenti e per quant'altro sia posto in opera dopo l'esecuzione delle murature.

Quanto sopra allo scopo di evitare lo scalpellamento o la demolizione anche parziale della muratura, il cui onere in ogni caso deve ritenersi a totale carico dell'Appaltatore.

L'Appaltatore dovrà adottare i provvedimenti ritenuti più opportuni per proteggere le murature dal gelo nel periodo invernale.

Le dosature dei materiali componenti le malte dovranno essere eseguite con mezzi capaci d'esatta misurazione che l'Appaltatore dovrà fornire e mantenere efficienti a sua cura e spese.

L'impasto dei materiali dovrà essere ottenuto con idonei mescolatori meccanici.

Gli impasti dovranno essere preparati solamente nelle quantità necessarie per l'impiego immediato.

I residui impasti che non avessero, per qualsiasi ragione, immediato impiego, dovranno essere portati a rifiuto.

3.12.2 Murature di mattoni

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

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

La larghezza delle commessure non dovrà essere maggiore di 1 cm, né minore di 0,5 cm. Si dovrà iniziare e proseguire la costruzione in modo uniforme, onde assicurare collegamenti perfettamente addentellati e solide immorsature tra le varie parti, evitando la formazione di eccessive sporgenze.

La malta di allettamento avrà classe di resistenza a 28 d $> 28/35$ MPa e sarà dosata con minimo 400 kg di cemento normale (32,5 o 32,5R di tipo III o di tipo IV) per metro cubo di sabbia ed avrà rapporto acqua cemento $< a 0,5$ che l'Appaltatore dovrà garantire anche attraverso l'uso di additivi superfluidificanti non aeranti.

In presenza di climi freddi ovvero con temperature inferiori ai 278 K, l'Appaltatore farà costantemente uso di additivi antigelo ed acceleranti di presa esenti da cloruri del tipo approvato dalla Direzione Lavori, conformi a quanto previsto dalle norme UNI 7109 e UNI EN 934-2, dosati secondo i risultati delle prove e comunque non inferiori al 2% sul peso del legante.

La frequenza dei prelievi di malta sarà pari ad una serie di provini cubici di 10 cm di lato, per ogni giorno di produzione.

Per la muratura da eseguirsi a paramento a vista, si dovrà aver cura di scegliere, per le facce esterne, i mattoni di migliore cottura, a spigoli vivi, meglio formati, di colore uniforme, da disporre con perfetta regolarità di piani a ricorrenze ed alternando con precisione i giunti verticali. I laterizi dovranno essere conformi a quanto previsto nell'art. 40.2 delle presenti Norme.

3.12.2.1 Murature di laterizi pieni e forati, per fabbricati

I laterizi dovranno essere messi in opera a regola d'arte, legati con malta bastarda composta da 200 kg di calce idraulica, 200 kg di cemento normale e 1 m³ di sabbia, resistenza media a compressione > 5 MPa, in corsi regolari con commessure di larghezza non superiore a 1 cm né inferiore a 0,5 cm.

Si dovrà iniziare e proseguire la costruzione in modo uniforme, onde assicurare collegamenti perfettamente addentellati e solide immorsature tra le varie parti, evitando la formazione di eccessive sporgenze.

Nel caso delle murature in laterizi forati, dovranno essere impiegati mattoni pieni per l'esecuzione di mazzette, sguinci, angoli.

3.12.2.2 Murature a faccia-vista, per fabbricati

Le murature da eseguire a «faccia vista» dovranno iniziare almeno 20 cm al di sotto del piano finito del marciapiede o della pavimentazione esterna.

Dovranno usarsi mattoni stampati (pressati) con facce a vista sabbiate, di prima scelta, integri, con tagli e spigoli netti, di colore uniforme.

Le commessure, perfettamente orizzontali, dovranno essere eseguite inserendo in corso d'opera un tondino $\varnothing=8$ mm, da togliere una volta eseguito il ricorso.

Tutti i giunti saranno stilati con malta di cemento.

Si dovrà porre la massima cura nella suddivisione dei ricorsi in modo tale che l'ultimo vada a combaciare esattamente contro le travi o i cordoli superiori e che i giunti verticali, perfettamente allineati secondo disegni, risultino con mezza bugna alternata in corrispondenza di angoli e di mazzette.

Quando previsto in Progetto, le piattabande di porte e finestre dovranno essere eseguite con mattoni posti a coltello.

3.12.2.3 Murature ad intercapedine, per fabbricati

Saranno costituite come segue:

- in laterizi: parete esterna dello spessore di una testa; parete interna in foglio;
- in blocchetti forati di conglomerato di argilla espansa: dosati a 200 kg di cemento tipo 42,5, parete esterna dello spessore di 12 cm; parete interna di 8 cm;

legate con malta bastarda, composta da 200 kg di calce idraulica, 200 kg di cemento normale e 1 m³ di sabbia, resistenza media a compressione > 5 MPa.

La tipologia dei materiali impiegati e la larghezza dell'intercapedine tra le pareti esterne ed interne sono quelli indicati in Progetto.

In corrispondenza degli angoli, delle spalle di porte e finestre, degli incroci con strutture di spina, la muratura dovrà essere piena per una lunghezza minima pari ad una volta e mezzo gli spessori.

Detto provvedimento, con muratura piena, dovrà inoltre essere adottato come collegamento tra il tamponamento esterno e quello interno, ogni qualvolta la lunghezza della intercapedine dovesse superare 2 m e dove indicato nei disegni esecutivi.

3.12.2.4 Murature in blocchetti forati prefabbricati, per fabbricati

a - Blocchetti in calcestruzzo di cemento vibrocompresso legati con malta bastarda, composta da 200 kg di calce idraulica, 200 kg di cemento normale e 1 m³ di sabbia, resistenza media a compressione > 5 MPa:

- di tipo normale, da ricoprire con intonaco;
- di tipo impermeabilizzato mediante additivazione del calcestruzzo, da lasciare a faccia vista con giunti stuccati e stilati a cemento, con anche la malta legante additivata con idrorepellente.

b - Blocchetti in conglomerato di argilla espansa, del tipo strutturale di densità 600÷650 kg/m³, dosato a 200 kg di cemento tipo 42,5 per metro cubo di impasto, legati con malta bastarda, composta da 200 kg di calce idraulica, 200 kg di cemento normale e 1 m³ di sabbia, resistenza media a compressione > 5 MPa: di tipo normale o impermeabilizzati, come descritto al precedente punto a).

Quando previsto in Progetto, i fori verticali dei blocchetti dovranno essere intasati con calcestruzzo di tipo II con classe di resistenza > 20/25 MPa ed eventualmente armati con ferri tondi; la muratura sarà provvista di armatura orizzontale mediante l'inserimento, a ricorsi alterni, di scalette in acciaio costituite da ferri longitudinali e ferri trasversali intervallati tra loro.

Le murature da eseguire a «faccia vista» dovranno iniziare almeno 20 cm al di sotto del piano finito del marciapiede o della pavimentazione esterna.

Le commessure, perfettamente orizzontali, dovranno essere eseguite inserendo in corso d'opera un tondino $\varnothing=8$ mm, da togliere una volta eseguito il ricorso.

Tutti i giunti saranno stilati con malta di cemento.

Si dovrà porre la massima cura nella suddivisione dei ricorsi in modo tale che l'ultimo vada a combaciare esattamente contro le travi o i cordoli superiori e che i giunti verticali, perfettamente allineati secondo disegni, risultino con mezza bugna alternata in corrispondenza di angoli e di mazzette.

Quando previsto in Progetto, le piattabande di porte e finestre dovranno essere eseguite con mattoni posti a coltello.

3.13 INTONACI

Gli intonaci possono essere del tipo:

- Intonaco rustico tirato in piano a fratazzo fino, su murature di qualsiasi forma e tipo e su soffitti, eseguito con due strati di malta dosata a 400 kg di calce idraulica per metro cubo di sabbia;
- Intonaco civile interno su superfici verticali ed orizzontali, anche curve, eseguito in due strati: con malta dosata a 400 kg di calce idraulica per metro cubo di sabbia e rifinito con malta di calce fina (grassello) o con malta dosata a 400 kg di cemento per metro cubo di sabbia, rifinito a fratazzo fino;
- Intonaco civile interno su superfici verticali ed orizzontali, anche curve, dello spessore non inferiore a 7 mm, eseguito a mano e o a macchina con malta premiscelata composta da calce, gesso, perlite ed additivi;
- Intonaco civile esterno su superfici verticali ed orizzontali, anche curve, eseguito in due strati: con malta bastarda dosata a 250 kg di calce idraulica e 250 kg di cemento per metro cubo di sabbia e rifinito a fratazzo fino, o con malta dosata a 350 kg di cemento per metro cubo di sabbia, ambedue rifiniti a fratazzo fino;
- Intonaco ignifugo a superficie rasata eseguito con malta composta da 1 m³ di vermiculite, 250 kg di cemento tipo 42,5 e 1 kg di VICSOL aerante o equivalente.

L'esecuzione degli intonaci sarà preceduta da bagnatura ed accurata preparazione delle superfici mediante rimozione di grumi di malta, scarnitura delle commessure fino a conveniente profondità, ripulitura delle pareti e rinzaffo delle irregolarità più salienti.

Non dovranno essere di norma eseguiti in periodi di temperature troppo rigide od elevate; dovrà essere presa ogni precauzione necessaria a proteggerli dagli agenti atmosferici di qualsiasi genere, quando questi siano tali da pregiudicare la normale presa della malta.

Salvo prescrizioni particolari, l'esecuzione sarà con angoli e spigoli a filo vivo, perfettamente a "piombo", con squadra perfetto tra soffitti e pareti e con superfici prive di ondulazioni, irregolarità, peli, screpolature od altri difetti. Gli intonaci che non presentassero la necessaria aderenza alle murature dovranno essere demoliti e rifatti a cura e spese dell'Appaltatore.

Prima dell'esecuzione degli intonaci si predisporranno opportune fasce, eseguite sotto regoli di guida, in numero sufficiente per ottenere intonaci perfettamente piani; sarà applicato quindi un primo strato di malta gettata con forza in modo che penetri in tutti gli interstizi e li riempia.

Quando il primo strato avrà ottenuto una leggera presa si applicherà su di esso un secondo strato che sarà regolarizzato con regolo e fratazzo.

Quando l'intonaco deve essere applicato sull'intradosso di solai e su strutture in conglomerato cementizio si dovrà eseguire, preliminarmente, un primo leggero rinzaffo con malta fluida di cemento, cui seguiranno le operazioni descritte in precedenza.

Gli intonaci civili interni ed esterni saranno rifiniti con malta fina tirata a fratazzo.

Tutti gli spigoli degli intonaci interni dovranno essere protetti da parasigoli fino all'altezza di 1,50 m. Gli intonaci ignifughi dello spessore previsto in Progetto saranno eseguiti con la stessa metodologia degli altri intonaci, stendendoli in strati successivi fino ad ottenere gli spessori richiesti.

3.13.1 Intonaci eseguiti a mano

L'intonaco a mano sarà eseguito in doppio strato fresco su fresco per uno spessore complessivo di 20 mm, dosato a 500 kg di cemento normale (di tipo III o di tipo IV) per metro cubo di sabbia.

3.13.2 Intonaci eseguiti a spruzzo (gunita)

Prima di applicare la gunita su pareti in conglomerato cementizio degradate, l'Appaltatore avrà cura di eseguire la sabbiatura ad aria compressa ed un efficace lavaggio con acqua in pressione. La malta sarà di norma composta di 500 kg di cemento (di tipo IV 32,5 o 32,5R) per metro cubo di sabbia salvo diverse prescrizioni.

Il dosaggio dei componenti deve essere fatto a peso.

L'acqua proverrà da fonti ben definite che diano acqua rispondente alle caratteristiche specificate nelle presenti Norme.

Il rapporto acqua/cemento non dovrà essere superiore a 0,45.

Allo scopo di realizzare un intonaco impermeabile si farà costantemente uso di additivi acceleranti di presa e fluidificanti, del tipo e nella quantità approvate dalla Direzione Lavori.

Le sabbie da impiegare nell'impasto saranno di natura silicea, lavate e vagliate, scevre da limo ed ogni altra impurità.

La granulometria sarà compresa nel seguente fuso avente andamento continuo ed uniforme:

Serie crivelli e setacci UNI	Passante % totale in peso
crivello 10	100
crivello 5	98÷88
setaccio 2	73÷63
setaccio 0,4	32÷22
setaccio 0,18	13÷3

L'intonaco avrà di norma spessore di 35 mm e sarà eseguito in tre strati: il primo strato del tipo boiaccia servirà a preparare la superficie per accogliere lo strato successivo, mentre il terzo strato sarà di spessore tale da portare la gunita ai prescritti 35 mm.

3.13.3 Prove e controlli di laboratorio

A discrezione della Direzione Lavori saranno prelevati campioni di sabbia stoccata a piè d'opera per il controllo granulometrico.

Essa, al momento della posa in opera dovrà essere ben asciutta ai fini di ottenere un buon impasto al momento dell'applicazione.

Saranno prelevati campioni di gunite sulla parete (dopo aver completato il ciclo degli strati) per il controllo della percentuale di acqua, della percentuale di cemento e della curva granulometrica, cospargendo il campione di alcool fino a coprire il prelievo.

Inoltre, durante la posa in opera della miscela saranno prelevati campioni della stessa spruzzandola entro apposite cubettiere con getto normale al fondo dei contenitori; la superficie sarà rasata e fratazzata. La maturazione dei provini avverrà in camera climatica.

La frequenza dei prelievi e il numero dei campioni sarà indicato dalla Direzione Lavori.

Le prove di rottura a compressione a ventotto giorni dovranno dare una classe di resistenza non inferiore a 35/40 MPa.

3.14 SOLAI

3.14.1 Generalità

Per tutti i solai, valgono le norme emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5.11.1971 n. 1086, della Legge 2.2.1974 n. 64 (D.M. LL.PP. 3.12.1987 e successivi aggiornamenti) nonché le norme di cui all'articolo "Conglomerati cementizi semplici e armati".

3.14.2 Solai misti in c.a. e laterizi

I blocchi forati in laterizio per solai misti dovranno essere del tipo a funzione statica in collaborazione con il conglomerato; dovranno rispondere alle norme per l'accettazione di materiali di cui all'art. 2 ed avere i seguenti requisiti:

- spessore delle pareti perimetrali ed orizzontali compresse: non minore di 8 mm;
- spessore dei setti: non minore di 7 mm;
- resistenza caratteristica cubica a compressione nella direzione dei fori: di 30 MPa;
- il rapporto fra l'area complessiva dei fori e l'area lorda delimitata dal perimetro della sezione del blocco non deve essere superiore a $0,6 \div 0,625 A$, dove «A» è l'altezza del blocco in metri, con un massimo del 75%.

Le nervature, della larghezza non minore di 1/8 dell'interasse e in ogni modo non inferiore a 8 cm, le zone piene agli incastri, la soletta superiore di compressione, dello spessore non inferiore a 4 cm, saranno realizzate in calcestruzzo di cemento di tipo II e con $R_{ck} > 30$ MPa; i ferri d'armatura apparterranno al tipo Fe B 44k.

Nei solai di luce superiore a 5,00 m dovranno essere previsti travetti di ripartizione in spessore di solaio; i laterizi dovranno essere bagnati fino a saturazione prima del getto.

3.15 CONTROSOFFITTI

3.15.1 In pannelli ad impasto gessoso

Costituiti da pannelli modulari piani accostati e realizzati con impasto gessoso opportunamente fibrato, delle dimensioni di 60x60 cm e spessore minimo 3 cm, dotati sui bordi di speciale incastro atto a consentire una rapida movimentazione, aventi resistenza al fuoco di 45 min.

Il pannello sarà dotato d'armatura portante non in vista, costituita da profilati d'acciaio zincato a T e relativi distanziatori, fissati alle strutture portanti mediante tiranti rigidi regolabili in tondino d'acciaio zincato del diametro di 4 mm con molla e sarà rifinito con speciale coprifilo perimetrale in profilato d'alluminio d'adeguata sezione anodizzato o verniciato.

Come da prescrizione di Progetto, sono richiesti pannelli a superficie in vista liscia; o pannelli fonoassorbenti con superfici in vista forata, con foratura regolare o irregolare, muniti di materassino in lana di vetro incorporato e protetto da una lamina in alluminio.

3.15.2 In pannelli di fibre minerali

Costituiti da pannelli piani del tipo acustico decorativo con resistenza al fuoco di 120 min, idonei per essere installati in ambienti ad alto tasso d'umidità, realizzati con fibre minerali selezionate disposte a strati incrociati e trattate in forno ad alta temperatura; avranno dimensioni modulari 60x60 cm e spessore minimo di 15 mm; la superficie in vista finita con tre mani di tinta bianca lavabile.

Montati su orditura di sostegno costituita da profilati a T d'acciaio zincato verniciati a forno di colore bianco, posti in vista e formanti un reticolo delle dimensioni dei pannelli, ancorati alle strutture portanti mediante tiranti rigidi regolabili in tondini d'acciaio zincato del diametro di 4 mm con molla; forniti di speciale coprifilo perimetrale in profilato d'alluminio d'adeguata sezione anodizzato o verniciato.

3.15.3 In pannelli di lamierino d'alluminio

Costituiti da pannelli modulari fonoassorbenti in lamierino d'alluminio di dimensioni 60x60 cm, dello spessore minimo di 0,5 mm a superficie forata, verniciati con smalto vinilico polimerizzato a forno di colore previsto in Progetto.

Ogni pannello sarà scatolato con i bordi sagomati per il montaggio accostato, compreso un materassino dello spessore di 3 cm di lana di vetro a fibra lunga imbustato in sacchetto di polietilene sigillato a caldo, posto nella parte superiore.

I pannelli saranno posti in opera, sospesi mediante clips a scatto d'acciaio zincato, su orditura di sostegno in tubi d'acciaio trattati con vernice anticorrosiva, ancorati alle strutture portanti mediante tiranti rigidi regolabili in tondino d'acciaio zincato del diametro di 4 mm con molla.

Il controsoffitto così realizzato sarà rifinito perimetralmente da speciale coprifilo in profilato d'alluminio, d'adeguata sezione, anodizzato o verniciato.

3.15.4 In elementi modulari a cielo aperto

Costituiti da elementi modulari in fibre minerali selezionate e compresse, d'altezza minima 16 cm e spessore minimo 1,5 cm, rifiniti con una mano d'imprimitura e due mani di pittura acrilica bianca, aventi resistenza al fuoco di 90 min.

Gli elementi saranno posti in opera in posizione verticale accoppiati dorso contro dorso, formanti una struttura alveolare a cielo aperto a maglia quadra di 60x60 cm, su orditura a maglia costituita da speciali profilati d'acciaio zincato sagomati ad omega e verniciati a forno in colore bianco.

Il fissaggio dell'orditura alle strutture portanti sarà realizzato mediante tiranti rigidi regolabili in tondino d'acciaio zincato $\varnothing=4$ mm con molla, da staffe a più vie d'ancoraggi e da artigli ferma pannelli. La lavorazione sarà completata dalla messa in opera di un pannello corrente sull'intero perimetro del controsoffitto.

3.15.5 In doghe d'alluminio

Saranno del tipo modulare piano, realizzati con doghe in profilato d'alluminio dello spessore minimo di 0,5 mm, preverniciate a forno nel colore previsto in Progetto, con bordi sagomati.

In Progetto può essere previsto l'utilizzo di doghe normali e/o forate fonoassorbenti, queste ultime con sovrastante materassino in lana di vetro a strisce della larghezza delle doghe e dello spessore di 3 cm.

Saranno poste in opera a scuretto aperto di 15 mm, montate con aggancio rapido su orditura portante costituita da traverse d'acciaio zincato verniciate in colore nero, fissata alle strutture portanti mediante pendinatura in barrette regolabili d'acciaio zincato e stabilizzata alle pareti perimetrali.

Sarà rifinito perimetralmente con uno speciale coprifilo in alluminio, d'adeguata sezione, anodizzato o verniciato.

3.15.6 In lastre di gesso cartonato su intelaiatura portante

Le lastre avranno uno spessore minimo di 13 mm; saranno applicate a vite, su un'intelaiatura portante realizzata con profilati d'acciaio zincato rullati a freddo; l'intradosso del soffitto dovrà essere rifinito con rasatura e stuccatura dei giunti.

3.15.7 In tavolato d'abete

Sarà realizzato in tavolato d'abete, piallato e maschiettato, dello spessore di 22 mm, lavorato e posto in opera su apposita struttura di sostegno d'acciaio zincato, per la realizzazione di pannellature preassemblate come da Progetto; comprese le viti di fissaggio, le guarnizioni perimetrali in dutral, il trattamento con due mani d'impregnante trasparente ed una mano di vernice poliuretanica trasparente e quant'altro occorre.

Il ciclo di trattamento sarà preceduto dalla preparazione del supporto mediante stuccatura, rasatura e carteggiatura.

3.15.8 Controsoffitto tagliafuoco

Costituito da pannelli in calcio silicato del tipo isolante termico e acustico, avente reazione al fuoco di classe 0 e reazione al fuoco 180 min, delle dimensioni modulari di 60x60 cm e spessore minimo 25 mm con bordi sagomati per l'incastro dell'orditura, idonei per essere installati anche in ambienti ad alto tasso d'umidità; la superficie in vista finita con tre mani di tinta lavabile.

L'orditura di sostegno reticolare a vista, dovrà essere realizzata in profilati a T d'acciaio zincato e verniciato, ancorata alle strutture portanti con tiranti rigidi regolabili.

3.16 COPERTURE

3.16.1 Norme generali

Le coperture saranno eseguite con lastre e pannelli aventi misure commerciali idonee per ottenere il miglior risultato estetico e funzionale nonché lunghezza corrispondente a quella delle rispettive falde.

Quando, per esigenze di trasporto od altro, non fosse possibile avere lastre di tale lunghezza la sovrapposizione dovrà essere di almeno 15 cm.

Le sovrapposizioni laterali saranno di almeno due onde; in zone particolarmente ventose il senso di posa dovrà essere contrario a quello del vento dominante.

Lastre e pannelli dovranno essere fissati alle strutture portanti con sistemi atti a garantire l'aderenza ed impedire deformazioni, pur consentendo i movimenti di dilatazione.

Le coperture dovranno essere complete di converse, scossaline frontali e laterali, colmi, raccordi; ancorate su un'orditura di listelli di legno fissati alle strutture portanti mediante bulloneria e accessori vari di fissaggio, ecc..

I pezzi speciali (comignoli, esalatori, ecc.) dovranno possibilmente essere forniti dagli stessi produttori delle lastre o pannelli; in mancanza saranno preparati in lamiera zincata o in rame, secondo le previsioni progettuali.

3.16.2 In pannelli Sandwich autoportanti

I pannelli avranno dimensioni trasversali modulari secondo le esigenze di Progetto e saranno costituiti da due lamiere d'acciaio zincato sistema Sendzimir, preverniciate, dello spessore di 0,6 mm.

La lastra superiore può essere prevista in Progetto in rame, dello stesso spessore.

Le due lamiere racchiudono uno strato di materiale isolante in schiuma poliuretanicca autoestinguenta della densità minima di 40 kg/m³.

La lamiera superiore avrà una grecatura conformata in modo da garantire la resistenza alle sollecitazioni previste; le nervature dovranno avere altezza non inferiore a 35 mm, con un rapporto, nel senso trasversale, tra sviluppo effettivo e larghezza di lastra, pari a circa 1,3.

La giunzione tra i pannelli sarà realizzata in modo da garantire la perfetta impermeabilità all'acqua e sarà dotata di guarnizione continua di tenuta inserita in opera o in fase di produzione.

Il fissaggio dei pannelli alle strutture sarà effettuato per mezzo di viti zincate autofilettanti o automaschianti dotate di rondella in P.V.C. e sarà completato con l'inserimento di un cappello munito di relativa guarnizione.

3.16.3 In lastre di lamiera grecata

Le lastre saranno in acciaio zincato a caldo col sistema Sendzimir; avranno spessore minimo di 1,2 mm ed un rapporto tra sviluppo effettivo e larghezza di lastra, misurato in senso trasversale, pari a 1,6÷1,7.

Saranno fissate alla struttura portante metallica mediante cavallotti e viti, compresi pezzi speciali, lattonerie per colmi, converse e scossaline, guarnizioni e quanto altro necessario.

Il fissaggio delle lastre sarà eseguito di norma mediante viti di ferro zincato o cadmiato o in lega leggera non contenente rame con interposta rondella d'alluminio ricotto oltre ad una rondella o feltro bitumato per la tenuta del foro all'acqua.

Le viti debbono essere applicate nella sommità delle nervature e serrate fino a comprimere le rondelle senza deformare le nervature stesse.

Di norma il numero delle viti non dovrà essere inferiore ad una ogni metro quadrato di copertura e di una ogni onda ai bordi di colmo e di gronda.

3.17 ISOLAMENTI

I materiali per isolamento termico ed acustico sono:

- pannelli rigidi resinati in fibra di vetro, della densità di 90÷110 kg/m³, completi di schermo antivapore;
- pannelli rigidi resinati in lana di roccia feldspatica, della densità di 120 kg/m³, completi di schermo antivapore;
- pannelli semirigidi resinati in fibre di vetro della densità di 15÷25 kg/m³, completi di schermo antivapore;
- feltri resinati in lana di roccia feldspatica, della densità di 30 kg/m³ completi di schermo antivapore;
- pannelli di polistirene espanso della densità di 20÷30 kg/m³;
- feltri dello spessore di 3 mm, in fibre lunghe di vetro, legate con collanti, cosparsi su una faccia con miscele bituminose, specificatamente per l'isolamento acustico di pavimenti interni;
- pannelli rigidi a struttura cellulare chiusa, in schiuma poliuretana espansa, di densità 35 kg/m³, additivata con ignifuganti e ritardanti di fiamma, rivestiti sulle due facce con carta kraft del peso di 75 g/m² o in cartonfeltro bitumato cilindrato del peso di 300 g/m².

I pannelli dovranno essere elastici per seguire gli eventuali movimenti delle strutture a contatto senza screpolarsi e opportunamente fissati su strutture o entro intercapedini variamente inclinate.

I materiali dovranno essere chimicamente inerti, imputrescibili, autoestinguenti, inodori, non corrosivi, inattaccabili dagli agenti atmosferici, dagli insetti ecc., resistenti alle temperature d'impiego.

In Progetto è indicato il tipo di materiale da utilizzare con spessori e densità.

Di questi materiali dovranno essere documentati, mediante certificato di prova rilasciato da un laboratorio ufficiale, la corrispondenza alle caratteristiche richieste.

3.18 RIVESTIMENTI

3.18.1 Plastico al quarzo

Il rivestimento plastico al quarzo nei tipi effetto graffiato, rustico, cortina e nel colore previsto in Progetto, sarà costituito da resine acriliche, additivo autolavante, inerti di quarzo sferoidale nelle varie granulometrie, pigmenti a base di biossido di titanio ed ossidi di ferro ad alta resistenza, da sostanze battericide, batteriostatiche, fungicide e da agenti siliconici idrorepellenti.

Sarà applicato su superfici interne e/o esterne, su intonaci bene stagionati, previa apposizione d'appretto sigillante e cementante colorato; potrà essere prevista l'eventuale formazione di pannellature mediante esecuzione di fughe.

Sulle superfici esterne è prevista l'applicazione di protettivo ai siliconi dato in copertura.

Particolare cura dovrà essere posta nella preparazione delle superfici da rivestire che dovranno essere ripulite da polvere od altri materiali inquinanti per assicurare una buona aderenza del rivestimento sul sottostante intonaco.

L'applicazione del rivestimento plastico dovrà essere preceduta dalla protezione delle parti contigue da non rivestire, con carta adesiva, che dovrà essere asportata prima dell'indurimento del materiale.

3.18.2 Piastrelle smaltate

Le piastrelle smaltate (monocottura o maiolica) per rivestimenti interni dovranno corrispondere, per quanto riguarda dimensioni e caratteristiche alle norme in vigore.

Dovranno essere di prima scelta, avere lo spessore indicato come normale dalle normative ed essere di superficie lisce e di colore uniforme.

Dovranno essere fornite nella forma, colore e dimensione indicate negli elaborati di Progetto; non sono ammesse variazioni nelle dimensioni e nel colore delle piastrelle nell'ambito di ciascun locale.

L'Appaltatore dovrà sostituire, a sua cura e spese, i materiali comunque non corrispondenti alle norme di cui sopra restando a suo carico i necessari ripristini.

Le piastrelle saranno poste in opera, su superfici verticali intonacate, con idoneo adesivo a base di cemento, sabbia, resine sintetiche ed additivi speciali.

I giunti dovranno essere perfettamente allineati ed inoltre saranno sigillati con speciali stucchi colorati.

Ove necessario saranno messi in opera: becchi di civetta, elementi di spigolo, ecc..

3.18.3 Mattoncini in litoceramica (clinker)

Rivestimento esterno in elementi di litoceramica (clinker) trafilati ad alto punto di cottura comprendenti listelli normali da 26x6 cm o 23x4,5 cm e pezzi speciali quali angolari, teste lisce, architravi ecc., in colore come da indicazioni progettuali.

Applicati con malta di cemento additivata su superfici intonacate cementizie idrorepellenti verticali e/o orizzontali.

I giunti dovranno essere perfettamente allineati ed inoltre saranno sigillati con speciali riempitivi cementizi colorati.

3.18.4 Zoccolino battiscopa

Lo zoccolino battiscopa e i relativi pezzi speciali saranno messi in opera con idonei collanti o accessori di fissaggio su intonaci bene stagionati.

Materiali (lastre di marmo, elementi di grès rosso liscio, grès ceramico, grès fine porcellanato, alluminio anodizzato, gomma, PVC, lastre di agglomerato in scapoli di marmo o in granuli di marmo, legno) e dimensioni sono quelli indicati in Progetto.

3.18.5 Lastre in pietra naturale

Dovranno corrispondere alla natura, alle forme e dimensioni previste in Progetto.

I materiali dovranno avere le caratteristiche proprie della specie prescelta (marmo bianco di Carrara, Botticino classico, travertino, serizzo, ecc.) per quanto attiene a grana, colore e venatura.

Nell'accostamento delle lastre dovranno essere evitati contrasti di colore o di venatura.

Rispetto agli spessori teorici: 2 cm per rivestimenti, alzate di gradini, zoccoletti, soglie di porte, controsoglie di finestre, 3 cm per pedate di gradini, è ammessa una tolleranza di $\pm 1,5$ mm.

Durante le operazioni di scarico, movimentazione nell'ambito del cantiere, magazzinaggio e posa in opera, l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese, alla conservazione dei materiali proteggendoli da rotture, scheggiature, graffi ecc., avendo cura particolare per spigoli e cornici.

Le lastre dovranno presentare le facce e le coste in vista ben levigate; dove previsto in Progetto devono essere lucidate a piombo.

Le lastre saranno poste in opera in posizione verticale e/o orizzontale con malta cementizia, eventualmente addolcita con calce idraulica colata tra le lastre e le strutture retrostanti.

Ogni lastra dovrà inoltre essere ancorata alla struttura portante mediante quattro o più zanche in acciaio inossidabile aventi una estremità alloggiata in fori ciechi predisposti sul bordo delle lastre stesse.

Particolare cura dovrà essere posta nella lavorazione e nella posa in opera delle lastre di rivestimento dei gradini, delle soglie per porte e finestre, degli zoccolini, nonché dei battenti e gocciolatoi ricavati con listelli della stessa pietra di sezione 2x3 cm, incassati sulla soglia per 1 cm e sigillati con collanti a base di resine.

I giunti tra le lastre dovranno essere sigillati con prodotti idonei.

3.18.6 Cordonate in pietra

Dovranno avere la sezione prevista in Progetto e saranno posti in opera su getto in conglomerato cementizio di tipo III con $R_{ck} > 20$ MPa, dello spessore di 10 cm allettati con malta di cemento; i giunti saranno stuccati con malta di cemento.

Gli elementi in pietra naturale, (granito, travertino, Trani), retti o curvi, anche di speciale sagomatura, di sezione $300 \div 400$ cm² o $700 \div 800$ cm², di lunghezza non inferiore a 1,25 m se rettilinei ed a 0,75 m se curvilinei, dovranno essere lavorati nelle facce in vista a punta media, con spigolo esterno arrotondato, raffilati nelle teste a perfetta squadra per l'intera altezza e nel bordo interno a filo usuale e, ove previsto, dotati di vani a «bocca di lupo».

3.18.7 Gradini prefabbricati

Il gradino prefabbricato, realizzato in conglomerato cementizio avente $R_{ck} > 30$ MPa e armato con acciaio Fe B 44K, sagomato secondo disegno esecutivo e formante pedata e alzata, sarà allettato con malta di cemento o incastrato agli estremi nella struttura portante; le superfici in vista saranno o perfettamente piane e lisce atte ad essere rivestite, o con pedata ed alzata finite con ghiaietto di fiume lavato, della granulometria indicata, incorporato nel getto secondo le indicazioni progettuali.

3.18.8 Gradini rivestiti con profilati di gomma

I rivestimenti di gradini con profilato di gomma, dello spessore di 4 mm, saranno composti da un unico pezzo comprendente alzata, parabordo e pedata, con superficie in vista a rilievo e rovescio, idonea per l'applicazione sul supporto preventivamente preparato della gomma con speciali adesivi a base poliuretanica a due componenti.

3.18.9 Soglie e davanzali in c.a.

La lastra prefabbricata per soglie e davanzali sarà realizzata in conglomerato cementizio avente $R_{ck} > 35$ MPa, armata con ferro tondo.

Avrà lo strato superficiale in graniglia o scaglie di marmo e cemento bianco o colorato, di spessore non inferiore a 5 mm e con spigoli profilati; le superfici in vista saranno rifinite mediante lisciatura o martellinatura.

La posa in opera delle soglie e davanzali sarà effettuata con allettamento di malta di cemento.

La sagomatura e le dimensioni saranno conformi a quanto riportato negli elaborati di Progetto.

3.18.10 Rivestimento con pannelli di acciaio porcellanato

Il rivestimento modulare per pareti esterne sarà realizzato con pannelli preformati in acciaio porcellanato, fissato ad una struttura in profilati di acciaio zincato rullato a freddo.

La struttura portante sarà ancorata alle murature con tasselli ad espansione, con disposizione dei montanti e dei traversi atti a creare la modularità richiesta dal Progetto; il fissaggio dei pannelli alla

struttura avverrà mediante mollette di appensione di acciaio inox tipo 302, collegate agli stessi con rivetti, anche questi in acciaio inox.

I pannelli di tamponamento, in acciaio speciale decarburato, delle dimensioni e colori previsti in Progetto, bordati e risbordati mediante pressopiega sui quattro lati, saranno porcellanati con smalti acidoresistenti di classe "A", in conformità alle norme UNI 9757 e P.E.I. S100/65.

La smaltatura dovrà avvenire su entrambe le facce del supporto metallico, previo decapaggio, applicando uno strato vetroso di fondo, con deposito di "ground" di almeno 200 µm, cotto in forno alla temperatura di almeno 820 °C.

Successivamente dovrà essere applicato, sul lato in vista, un secondo strato vetroso che ne determini il colore e la lucentezza, inalterabili nel tempo, con un deposito di almeno 120 µm.

I pannelli dovranno essere muniti di controbilanciatura interna, eseguita con lastre di anidride sinterizzata dello spessore di 10 mm; sul risbordo dei pannelli, nel punto di sovrapposizione degli stessi, dovrà essere applicata una guarnizione continua autoadesiva in Dutral.

Particolare cura dovrà essere posta nella formazione di pannelli d'angolo; i coprifili perimetrali e lo zoccolino al piede dovranno essere in alluminio preverniciato, di adeguata sezione.

La casa produttrice dovrà garantire la inalterabilità del rivestimento, per un periodo di almeno dieci anni e lo stesso dovrà possedere i seguenti requisiti: processo di porcellanatura in conformità alla norma UNI 9757; resistenza all'urto; resistenza agli acidi; resistenza allo shock termico; durezza della superficie e resistenza alle abrasioni; resistenza ai raggi U.V.A., al fuoco ed alle escursioni termiche; di facile pulizia delle superfici ed antibatterico.

La Direzione Lavori farà sottoporre campioni del rivestimento a prove presso un Laboratorio Ufficiale che certifichi la corrispondenza del prodotto, alle caratteristiche richieste.

3.18.11 Rivestimento in blocchi prefabbricati

Il rivestimento di strutture metalliche e/o murarie a faccia vista sarà realizzato con blocchi prefabbricati di cemento impermeabilizzati, dello spessore di 68 cm a superficie splittata normale o scanalata, legati con malta bastarda additivata con idrorepellente, compresa la stuccatura e stilatura dei giunti.

Può essere prevista in Progetto la colorazione dei blocchetti, nel colore indicato, con pigmenti inorganici addizionati nell'impasto.

3.19 VESPAI

Dopo aver regolarizzato il terreno, per evitare umidità e infiltrazioni di acqua attraverso le pavimentazioni dei fabbricati, sarà realizzato un vespaio composto da:

- ghiaia mista o detriti di cava posti in opera a mano;
- scheggioni di pietrame o ciottoli di fiume intasati con ghiaia o minuto di cava di pezzatura assortita.

Il materiale dovrà essere assestato con idonei mezzi vibranti.

Il vespaio del tipo a camera d'aria è formato da muricci di mattoni pieni ad una testa dell'altezza minima di 15 cm ad interasse di 80 cm con sovrastante tavellonato da 6 cm e massetto dello spessore di 5 cm in conglomerato cementizio avente $R_{ck} > 25$ MPa. La circolazione dell'aria necessaria per tenere asciutto l'ambiente sarà assicurata da canali di aerazione e bocche di sfogo realizzate nelle murature perimetrali.

3.20 PAVIMENTI

3.20.1 Norme generali

L'Appaltatore dovrà sottoporre alla Direzione Lavori una campionatura dei materiali da pavimento perché la stessa possa valutarne la conformità e la qualità.

La posa in opera dei pavimenti dovrà essere curata in modo che nessun elemento sporga rispetto ad altri e tutti risultino tra loro ben serrati; le commessure dovranno essere invisibili e ben allineate; elementi anche minimamente imperfetti dovranno essere scartati.

Le superfici dovranno risultare perfettamente in piano salvo nei casi in cui il Progetto le preveda in pendenza, nel qual caso dovrà essere comunque assicurata la perfetta planarità delle falde.

I pavimenti dovranno addentrarsi per almeno 15 mm entro l'intonaco fino al rustico delle murature. Su pavimenti molto estesi dovranno essere previsti giunti di dilatazione, sia longitudinali sia trasversali, da riempire con idonei materiali secondo le indicazioni di Progetto.

A pavimentazione ultimata, l'Appaltatore dovrà pulire accuratamente la superficie perché non vi restino tracce di malta e curare la protezione e la conservazione dei pavimenti fino alla consegna, restando inteso che sarà addebitato ogni onere occorrente alla demolizione, al ripristino e, se necessario, anche al totale rifacimento di quei pavimenti o di quelle parti di essi, che, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, risultassero per qualità di materiale, per cattiva esecuzione o per mancata conservazione, non idonei.

I pavimenti saranno posati su un massetto di sottofondo formato da:

- conglomerato cementizio avente $R_{ck} > 20$ MPa, dello spessore finito di 10 cm;
- oppure:
- in malta dosata con 400 kg di cemento normale per metro cubo di sabbia, armato con rete elettrosaldata in fili di acciaio zincato del peso di 2 kg/m^2 , spessore non inferiore a 3 cm.

Tipologia e spessori secondo quanto previsto dagli elaborati di Progetto.

Il massetto dovrà essere configurato e regolarizzato in superficie, pronto per la posa della prevista pavimentazione.

Se previsto in Progetto, sotto il massetto, sarà realizzato l'isolamento termico mediante posa di pannelli in polistirene espanso, della densità non inferiore a 30 kg/m^2 , spessore non inferiore a 2 cm.

3.20.2 In cubetti di porfido

Saranno eseguiti con cubetti di porfido del tipo delle cave Alto Adige e saranno posti in opera con disegno ad archi contrastanti, su letto dello spessore di 10 cm, di sabbia scevra da materie eterogenee e dovranno risultare a contatto prima di qualsiasi battitura.

I cubetti non dovranno presentare piani secondari di sfaldamento e avranno il lato, come da prescrizioni progettuali.

La battitura sarà eseguita con abbondante spargimento di acqua in modo da facilitare l'assestamento definitivo della pavimentazione.

I giunti non dovranno superare la dimensione di 10 mm e la loro sigillatura sarà eseguita con emulsione bituminosa al titolo minimo 50% previa scarnitura degli stessi con acqua a pressione e successivo spandimento di materiale siliceo per saturazione.

Nell'esecuzione delle fasce costituite da due file di binderi di 10x20 cm posti di testa, il sottofondo sarà in calcestruzzo di tipo III con $R_{ck} > 25$ MPa, di spessore 15 cm, e la sigillatura dei giunti sarà eseguita con malta di cemento.

3.20.3 In conglomerato cementizio

In conglomerato cementizio per nuove pavimentazioni

Sul sottofondo sarà eseguita una spianata di calcestruzzo a 200 kg/m^3 di consistenza appena umida, ben battuta, livellata e di spessore medio di 5 cm, sufficiente a costituire il piano di posa.

Su detto piano sarà steso uno strato di spessore 2 cm composto da sabbia granita che sarà rollata a perfetta consistenza.

Quindi, sarà eseguita la gettata in conglomerato di cemento, di $R_{ck} > 30$ MPa, opportunamente vibrata dello spessore minimo di 15 cm, sistemata secondo le pendenze prescritte e divisa, mediante giunti di dilatazione, in lastroni di superficie non superiore a 10 m^2 .

Durante il getto, a 5 cm dal filo superiore finito, sarà annegata una rete metallica elettrosaldata in fili di acciaio del tipo Fe B 44K. Le superfici saranno trattate, secondo le previsioni progettuali, nel seguente modo:

- trattamento antiusura della pavimentazione mediante spolvero della superficie del calcestruzzo fresco con idoneo prodotto indurente a base di inerte metallico, o di miscela di inerti silicei selezionati di elevata durezza, applicati ambedue in ragione di $8,00 \text{ kg/m}^2$ ed incorporati nel calcestruzzo che sarà liscio con fratazzatrice meccanica;
- trattamento superficiale con manto speciale tipo "Duromit", ad alta resistenza alla compressione (100 MPa), all'urto ed all'usura (coefficiente 2,38), idoneo al transito di veicoli gommati montanti catene o anche cingolati, impermeabile ed inattaccabile agli oli minerali, detersivi, carburanti, ecc., impermeabile all'acqua ad alta pressione, agli agenti chimici di normale uso industriale; a superficie ruvida del tipo:
- «a massetto di riporto» dello spessore totale di 4 cm, di cui 3 cm costituito da calcestruzzo dosato a 300 kg/m^3 di cemento di altoforno, con inerti silicei lavati delle dimensioni max $6\div 7 \text{ mm}$, e 1 cm costituito da impasto speciale additivato, gettato fresco su fresco, di formulazione idonea a garantire la resistenza di cui sopra, realizzato nei colori previsti;
- «a pastina» dello spessore di 1 cm, costituito da impasto confezionato con prodotto speciale gettato fresco su fresco, in ragione di 22 kg di prodotto secco per metro quadrato di superficie trattata, realizzato nei colori previsti.

La superficie sarà trattata con una finitura superficiale mediante idonea fratazzatrice meccanica. La lavorazione sarà completata dalla formazione dei giunti, con riquadri di superfici non superiore a $6,00 \div 7,00 \text{ m}^2$ mediante taglio con sega a dischi e successiva applicazione di profilati elastici in PVC.

3.20.3.1 In conglomerato cementizio su pavimentazioni esistenti

Il pavimento sarà realizzato mediante getto sulla pavimentazione esistente, di conglomerato cementizio avente $R_{ck} > 35 \text{ MPa}$, dello spessore di 4 cm; sarà armato con rete elettrosaldata in fili di acciaio del tipo Fe B 44k del diametro di 4 mm e maglie di $15 \times 15 \text{ cm}$; la rete sarà ancorata al sottofondo con n. 4 staffe per metro quadrato, previa esecuzione di fori nella sottostante pavimentazione.

Il pavimento sarà trattato superficialmente mediante spolvero con idoneo prodotto indurente a base di inerte metallico.

La lavorazione sarà completata con la formazione dei giunti e loro sigillatura.

3.20.3.2 In conglomerato cementizio ad alta resistenza

La pavimentazione ad elevata resistenza meccanica ed all'usura, idonea al transito di mezzi pesanti gommati, con catene o cingolati, impermeabile agli oli minerali e carburanti, sarà realizzata con malta spatolabile a base di resine epossidiche ed inerti a curva granulometrica chiusa di origine minerale, a tre componenti da miscelare al momento dell'uso, da applicare su superfici in conglomerato cementizio previo trattamento con idoneo primer a base di resine epossidiche e con successivo intasamento superficiale a base di resine epossidiche bicomponenti.

Lo spessore della pavimentazione finita sarà maggiore di 4 mm, con un consumo di almeno 10 kg/m^2 di malta e $0,40 \text{ kg/m}^2$ di primer.

Caratteristiche della malta:

- peso specifico : $2,1 \text{ kg/dm}^3$
- tempo di indurimento : $> 24 \text{ h}$
- tempo di pedonabilità : $> 48 \text{ h}$
- tempo di carrabilità : $> 96 \text{ h}$

La pavimentazione dovrà essere data ultimata in opera nei colori previsti e con la formazione dei giunti da eseguirsi come descritto all'articolo precedente.

3.20.3.3 In conglomerato cementizio per corsie di stazione

Sarà costituita da uno strato di conglomerato cementizio di tipo II con $R_{ck} > 35 \text{ MPa}$, dello spessore di 35 cm, steso in unico strato ed armato con rete elettrosaldata posta a 5 cm dal piano di posa del conglomerato; in corrispondenza delle pedane e pedanine la rete dovrà essere interrotta come indicato nei disegni esecutivi; tra la pavimentazione ed il sottofondo dovrà essere steso uno strato di sconnessione in cartonfeltro bitumato del peso di $0,70 \text{ kg/m}^2$.

Il conglomerato dovrà avere l'aggregato fino costituito da sabbie di natura calcarea e silicea, con una percentuale di quest'ultima non inferiore al 20% in peso delle sabbie; questo per avere una buona e durevole rugosità superficiale.

L'aggregato grosso potrà anche essere di natura calcarea, ma dovrà avere i seguenti requisiti:

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM 131 AASHTO T 96 inferiore al 30%;
- coefficiente di frantumazione secondo le norme C.N.R. fasc. IV/1953, inferiore a 130.

Dovrà essere valutata anche l'attitudine del calcestruzzo, confezionato con tali inerti, ad essere segato per la formazione dei giunti.

Per ottenere un calcestruzzo avente caratteristiche ottimali di lavorabilità, plasticità e durabilità, sarà necessario l'impiego di additivi aeranti e fluidificanti nelle quantità occorrenti. Il calcestruzzo dovrà essere distribuito, vibrato, compattato e livellato a perfetta regola d'arte, curando che durante il getto e la vibratura il materiale non si segreghi.

Opportune tecniche dovranno essere seguite per la posa in opera delle spire magnetiche contatraffico da inserire nel getto in modo che quest'ultime rimangano nella posizione prevista durante le operazioni di stesa e sistemazione del calcestruzzo. Da parte della Direzione Lavori potrà essere richiesto qualsiasi accorgimento adatto a tal fine.

In ogni caso sarà cura dell'Appaltatore evitare che alcun oggetto metallico resti racchiuso nel getto in prossimità delle spire.

Dovrà essere curata in modo particolare la finitura superficiale del getto, da effettuare preferibilmente con impiego di fratazzatrici meccaniche o stagge vibranti, del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

Eventuali irregolarità dovranno essere colmate fresco su fresco con lo stesso calcestruzzo usato per il getto evitando tassativamente riprese a base di malta.

La regolarità della pavimentazione sarà controllata impiegando un regolo della lunghezza minima di 3,00 m, disposto secondo due direzioni ortogonali; non dovranno aversi scostamenti superiori a 5 mm rispetto alla sagoma di Progetto.

In presenza di scostamenti superiori a 5 mm la pavimentazione dovrà essere demolita e ricostruita a cura e spese dell'Appaltatore.

La finitura superficiale sarà completata usando scope di saggina per conferire alla pavimentazione la necessaria rugosità in senso trasversale a quello di marcia. La pavimentazione, subito dopo la finitura, dovrà essere mantenuta continuamente bagnata per almeno dieci giorni, ricoprendola dapprima con teli o sacchi bagnati e, dopo il primo indurimento, con una coltre di sabbia tenuta continuamente imbevuta di acqua.

Potranno essere adottati anche altri sistemi protettivi quali prodotti antievaporanti (curing), ecc., purché tempestivamente sottoposti all'approvazione della Direzione Lavori.

La pavimentazione potrà essere aperta al traffico dopo un periodo di almeno venti giorni dall'esecuzione dei getti, previo accertamento da parte della Direzione Lavori delle resistenze raggiunte dal calcestruzzo.

I giunti trasversali di contrazione, mediante i quali si ha la suddivisione in lastre della pavimentazione, saranno del tipo senza barre di trasferimento e saranno realizzati come giunti segati e tagliati ad interasse di 4÷5 m, in posizione tale da non nuocere alle spire magnetiche e comunque secondo le disposizioni della Direzione Lavori.

Per ricavare questi giunti dovranno essere impiegate mole diamantate.

L'operazione di taglio sarà iniziata da 6 a 24 h dopo il getto, secondo le condizioni climatiche (temperatura, ventilazione, stato igrometrico dell'aria): non si dovrà iniziare il taglio se non quando l'indurimento del calcestruzzo sia sufficiente ad evitare ogni possibile deterioramento e, nello stesso tempo, quanto prima onde evitare la formazione di fessure di ritiro.

I giunti avranno una apertura di circa 3÷4 mm ed una profondità max di 10 cm.

Appena segati essi dovranno essere completamente puliti mediante aria compressa.

La sigillatura definitiva può essere rimandata a più tardi, ma in tal caso è necessaria una sigillatura provvisoria mediante l'introduzione nella fessura di una corda o di un nastro di carta o d'altro materiale, onde evitare che si introducano sassi o corpi estranei.

Questo materiale sarà successivamente rimosso per procedere alla sigillatura definitiva, per la quale dovranno essere impiegati prodotti approvati dalla Direzione Lavori (in particolare mastici elastomerici).

Quando previsto in Progetto, il trattamento superficiale antiusura del calcestruzzo fresco costituente la pavimentazione, sarà realizzato con una miscela formata da quarzo sferoidale della granulometria prescritta dalla Direzione Lavori in ragione di 5,00 kg/m² e cemento in ragione di 3,00 kg/m² applicata in tre strati.

Ogni strato sarà densificato meccanicamente con fratazzatrice a pale multiple e successivamente regolarizzato manualmente; l'ultimo strato sarà irruvidito con mezzi idonei.

L'Appaltatore dovrà fornire assistenza muraria, comprensiva di mano d'opera, materiali, ganci, tubazioni, ecc. per l'installazione delle sottoelencate apparecchiature:

- a) telaio di base delle cabine esazione pedaggi;
- b) pedane contassali e pedanine discriminanti nelle corsie di stazione, sia manuali sia automatiche;
- c) telaio di base sul pozzetto della barriera microonde.

3.20.4 In lastre di marmo

Saranno poste in opera su letto di malta dosata a 600 kg di cemento tipo 32,5 per metro cubo di sabbia distesa sopra il massetto di fondazione.

Le lastre consisteranno in elementi di tipo e forma previste in Progetto e di spessore non inferiore a 2 cm; saranno premute finché la malta rifluisca dalle commessure e stuccate con cemento naturale

o colorato; la loro larghezza non dovrà superare 1 mm. A posa ultimata, sarà eseguita la levigatura e la lucidatura a piombo.

3.20.5 In piastrelle di grès

Le piastrelle di grès di prima scelta, saranno poste in opera, previa bagnatura del piano di posa, su uno strato di malta cementizia dello spessore non inferiore a 2 cm, ben battuto e costipato, con sovrastante spolvero di cemento di circa 3 mm.

Le piastrelle saranno disposte secondo il disegno previsto, avendo cura di adattarle e contrapporre per compensare le differenze di calibro e di squadra, scartando quelle comunque difettose.

Gli interstizi tra le piastrelle non dovranno risultare maggiori di 1 mm.

Successivamente la superficie sarà cosparsa di acqua e si procederà alla battitura delle piastrelle per farle aderire perfettamente al letto di posa.

In alternativa le piastrelle potranno essere poste in opera con idonei adesivi in pasta (a base di leganti idraulici, resine sintetiche e additivi speciali), previa lisciatura del piano di posa con idonei prodotti autolivellanti ad indurimento rapido (a base di cementi speciali, sabbia silicea, resine ed additivi).

Si procederà quindi alla sigillatura degli interstizi mediante colaggio di boiacca di cemento (normale, bianco o colorato a secondo del colore delle piastrelle), al lavaggio ed alla pulizia finale con spugne.

3.20.6 In gomma e vinilico

Gli elementi saranno applicati su massetto di calcestruzzo di tipo III Rck > 30 MPa, di spessore 4 cm, con speciale adesivo che sarà steso uniformemente e in quantità strettamente necessaria impiegando apposite spatole dentellate.

Il collocamento degli elementi avrà inizio solo quando l'adesivo sarà asciutto e facendo attenzione che non fuoriesca dai giunti.

Particolare cura dovrà aversi nella posa di elementi che presentano disegni o marmorizzazioni e in corrispondenza di sporgenze, o rientranze, o di forme comunque irregolari, dove gli elementi stessi dovranno essere perfettamente adattati mediante tagli, avendo cura di non incidere il sottofondo. Per i pavimenti in gomma è previsto in più l'onere della fornitura e posa in opera di un coprifilo perimetrale in anticorodal.

Si procederà alla pulizia del pavimento finito con panno asciutto o leggermente umido solo dopo che l'adesivo sarà completamente essiccato.

3.20.7 In lastre di calcestruzzo

Sarà eseguita con lastre prefabbricate in calcestruzzo di tipo II con Rck > 30 MPa di dimensioni da 40x40 cm o 50x50 cm e spessore di almeno 5 cm del tipo:

- con ghiaietto lavato - Le lastre avranno la superficie in vista rivestita con ghiaietto lavato ed incorporato nel getto; saranno poste in opera: con malta di cemento ed i giunti saranno stilati e sigillati a cemento, oppure potranno essere utilizzate, poste a secco su piedini in PVC, a protezione di manti di copertura in alternativa a pavimentazioni tradizionali;
- a scanalature oblique - Le lastre avranno la superficie in vista finita a rilievo con scanalature oblique; saranno poste in opera con malta di cemento ed i giunti saranno stilati e sigillati a cemento.

Tipologia e dimensioni delle lastre secondo le indicazioni di Progetto.

3.20.8 In elementi modulari autobloccanti in cls vibrato

Sarà eseguita con elementi modulari autobloccanti in calcestruzzo vibrato avente $R_{ck} > 30$ MPa di spessore 6 cm, posti in opera su letto di sabbia vagliata ed assestata mediante vibrazione dello spessore finito di 5 cm.

Particolare cura dovrà usarsi per ottenere la superficie della pavimentazione perfettamente piana ed i giunti dovranno essere intasati con sabbia.

Le lastre saranno del colore indicato negli elaborati progettuali, ottenute aggiungendo all'impasto pigmenti inorganici.

3.20.9 In mattonelle

Saranno delle dimensioni previste in Progetto, ricavate dal taglio di blocchi di agglomerati vibrocompressi confezionati con scapoli di marmo naturale pregiato e speciali resine sintetiche.

Le mattonelle saranno fornite grezze, poste in opera su letto di malta cementizia additivata da collante a base di lattice di gomma e stuccate con materiali idonei.

Saranno finite in opera mediante levigatura e lucidatura.

3.20.10 In lastre di agglomerato vibrocompresso

Saranno ricavate dal taglio di blocchi di agglomerato vibrocompresso confezionato con granuli di marmi naturali selezionati e speciali resine sintetiche aventi l'aspetto di granito con durezza grado 3÷4 Scala Mohs.

Saranno di dimensioni secondo le prescrizioni di Progetto e di spessore 1,5 cm.

Dovranno avere superficie lucida ed essere calibrate e bisellate sugli spigoli.

Saranno poste in opera incollate con adesivo, a base di lattice di gomma sintetica, cemento e sabbia silicea, su massetto di sottofondo in conglomerato cementizio di tipo II con $R_{ck} > 30$ MPa, dello spessore 4 cm; ad avvenuta stagionatura il massetto dovrà essere rifinito con idonei prodotti autolivellanti a presa rapida costituiti da resina, sabbia e cemento.

Si procederà quindi alla sigillatura delle fughe con boiacca di cemento (normale, bianco o colorato a secondo del colore delle lastre), al lavaggio ed alla pulizia finale a posa ultimata.

3.20.11 In modulare sopraelevato

Sono costituiti da:

- pannelli amovibili ed ininfiammabili aventi dimensioni non inferiori a 60x60 cm, ricoperti con rivestimento antistatico in plastica laminata del colore previsto, completi di guarnizione perimetrali a tenuta ermetica e, per ogni locale, di una ventosa per la rimozione dei pannelli, provvista di valvola di sfogo.
- pannelli modulari ininfiammabili aventi dimensioni non inferiori a 60x60 cm, in legno duro di densità non inferiore a 730 kg/m³ rivestiti con laminato plastico antistatico, ricoperti in superficie con mattonelle di grès porcellanato monostrato delle dimensioni 30x30 cm, incollate con speciale adesivo neoprenico, del colore e disegno come da Progetto.
- pannelli grigliati pressofusi in acciaio zincato a caldo di adeguato spessore, compreso i collegamenti equipotenziali.

Posti in opera su intelaiatura continua reticolare realizzata in tubi di acciaio cadmiato di adeguata sezione, appoggiata, in corrispondenza di ciascun nodo, su supporti costituiti da colonnine metalliche ad altezza regolabile da un minimo di 10 cm ad un massimo di 50 cm.

Il pavimento dovrà essere strutturato in modo tale da sopportare in qualsiasi punto un carico massimo concentrato di 500 kg, un carico massimo ripartito di 1.700 kg/m² ed un carico su ogni supporto di 2.000 kg. È prevista inoltre la fornitura in opera di uno zocchetto perimetrale in gomma dell'altezza di 8 cm.

3.21 CANALI DI GRONDA, PLUVIALI, SCOSSALINE, ECC.

3.21.1 Norme generali

La sezione, lo sviluppo e la sagoma dei canali di gronda, nonché il numero, la posizione e la sezione dei pluviali, delle scossaline e delle converse, le modalità di fissaggio, saranno quelle definite nel Progetto relativo a ciascun fabbricato.

Le sezioni dei pluviali, sono previste in rapporto ai dati pluviometrici e secondo prescrizioni regolamentari particolari.

La pendenza dei canali di gronda verso gli scarichi non dovrà, di norma, risultare minore dello 0,5%. Saranno a totale carico dell'Appaltatore le riparazioni per qualsiasi perdita ed ogni altro difetto che si manifestasse, dalla consegna fino a collaudo eseguito, compreso ogni onere di ripristino.

3.21.2 Bocchettoni

I bocchettoni, in materiale plastico (PVC, Neoprene) o in tubi di piombo finiti con verniciatura isolante o spalmatura di catrame, saranno posti in opera sulle coperture piane per raccogliere e convogliare le acque piovane nei tubi pluviali; saranno provvisti di griglia al fine di trattenere materiali che possano ostruire i pluviali; saranno incassati e sigillati all'estradosso del solaio di copertura.

3.21.3 Canali di Gronda, Foderature, Converse, Scossaline

Possano essere nelle seguenti tipologie:

- in lamiera di ferro nero, dello spessore come da Progetto, finiti con verniciatura a due mani, ciclo "E", previa sabbiatura di grado SA 2½;
- in lamiera di ferro zincato, dello spessore come da Progetto, finiti con una mano di primer epossidico antiruggine ad alto spessore, ciclo "C";
- in lamiera di rame crudo dello spessore come da Progetto.

Le sovrapposizioni dovranno interessare la lamiera per almeno 8 cm e saranno rivolte verso lo scarico. Dovranno inoltre essere predisposti opportuni giunti di dilatazione con interasse mediamente di circa 15 m.

Lo sviluppo delle converse sotto il manto di copertura dovrà essere sufficiente a contenere l'acqua di stravento.

Le lamiere saranno fissate al supporto, previa impermeabilizzazione di quest'ultimo con prodotti bituminosi, mediante staffe, accessori di fissaggi, con chiodi sparati ricoperti da saldatura.

I punti di fissaggio dovranno essere in numero sufficiente e posizione opportuna, tenendo conto soprattutto dell'azione del vento.

3.21.4 Pluviali

I tubi di discesa delle acque meteoriche, pluviali, sono in lamiera di ferro zincato o in tubi elettrosaldati di acciaio dolce di tipo commerciale, come da scelta progettuale; posti in opera in vista o incassati nelle murature e raccordati mediante bocchettoni ai canali di gronda.

I pluviali scatolati saranno piegati a freddo e saldati elettricamente in pezzi della lunghezza di almeno 2 m. Le giunzioni a libera dilatazione tra i vari pezzi dovranno avere sovrapposizione non inferiore a 5 cm.

I pluviali dovranno essere ancorati alle strutture portanti mediante grappe di sezione adeguata in ragione di una grappa ogni 2 m di tubo, comprese le necessarie opere murarie, e dovranno essere raccordati al piede ai pozzetti di raccolta; particolare cura dovrà essere posta nella posa in opera dei pluviali incassati nelle murature allo scopo di evitare infiltrazioni di acqua.

Internamente saranno catramati ed esternamente finiti con verniciatura a due mani con ciclo "E" nei colori previsti, previa sabbiatura di grado SA 2½.

3.21.5 Strutture e lattonerie in acciaio inox

Si richiama l'articolo relativo all'acciaio per carpenteria per l'osservanza di Leggi e Regolamenti in ordine agli adempimenti connessi con la esecuzione dei lavori, al collaudo tecnologico dei materiali, al controllo in corso di lavorazione ed al montaggio.

Per strutture portanti costituite da pilastri, travi, cerniere e carpenterie in genere di qualsiasi spessore, forma e dimensione, anche scatolare, è previsto l'impiego di lamiere laminate a caldo in acciaio inox x6 Cr/Ni Ti 18/11.

Nelle lattonerie per foderature, carenature, scossaline, tubazioni, ecc. di qualsiasi forma e dimensione, anche scatolare, di spessore fino a 3 mm, è previsto l'impiego di lamiera laminata a freddo in acciaio inox x5 Cr/Ni 18/10.

Gli acciai inox dovranno presentare il grado di finitura previsto in Progetto, di norma satinatura ottenuta mediante smerigliatura e preceduta da decapaggio con soluzione acida.

In corrispondenza di cordoni di saldatura o in altri punti particolari, la smerigliatura dovrà essere preceduta da rimozione dei residui del fondente e da sabbiatura.

Particolare cura dovrà essere posta nell'imballaggio delle lamiere e nella protezione superficiale mediante carta o plastica adesiva.

3.22 RIVESTIMENTI IN ALLUMINIO E LEGHE LEGGERE DI ALLUMINIO

Per foderature e manufatti anche scatolati in lamiera di alluminio puro (titolo 99,5%) dello spessore indicato in Progetto, dovrà essere impiegato alluminio primario PALP 99,5. Per i rivestimenti in profilati estrusi di alluminio anodizzato bianco satinato dovranno essere impiegate leghe leggere da lavorazione plastica resistente alla corrosione secondo le norme in vigore.

Le finiture potranno essere realizzate anche mediante:

- anodizzazione in alluminio puro, a colore naturale o per elettrocolorazione (di norma bruno, bronzo, nero);
- preverniciatura a forno con polveri poliestere, nei colori previsti;

secondo quanto indicato negli elaborati di Progetto.

Nell'intradosso di pensiline, il rivestimento sarà eseguito con profilati cannettati estrusi di alluminio anodizzato bianco satinato, fissati alle strutture portanti mediante bulloneria.

I profilati dovranno avere lo spessore di 1,5 mm; la cannettatura avrà passo come da Progetto e profondità di almeno 3,5 mm e contenere particolari sagomature in corrispondenza dei vani per le plafoniere od altri accessori.

3.23 INFISSI

3.23.1 Norme generali

L'Appaltatore prima di dare corso alla esecuzione delle singole opere dovrà sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori campioni dei materiali, disegni di dettaglio e particolari eseguiti al vero; quando esplicitamente richiesto dalla Direzione Lavori dovrà produrre anche prototipi.

Quanto sopra per far verificare dalla Direzione Lavori, anche nei particolari, le caratteristiche di struttura e di funzionamento delle singole tipologie di infissi.

L'Appaltatore è responsabile della verifica del fabbisogno degli infissi nelle varie tipologie e dimensioni per cui deve intendersi a suo carico qualsiasi discordanza che dovesse riscontrarsi in sede esecutiva.

Gli infissi sia in legno sia in metallo, dovranno sempre intendersi completi, adeguatamente a ciascun tipo, di tutti gli accessori di sostegno, movimento, chiusura e trattenuta nonché, come previsto nei disegni esecutivi, di vetri o di cristalli.

L'Appaltatore ha l'obbligo di sottoporre all'esame della Direzione Lavori, prima della posa in opera, tutti gli infissi; a questo fine farà conoscere i tempi e i luoghi delle varie lavorazioni eseguite in stabilimento ancorché lo stabilimento non sia di proprietà dell'Appaltatore.

In particolare per gli infissi che dovranno essere finiti con vernice opaca, il controllo della Direzione Lavori dovrà esplicarsi prima della verniciatura.

L'accettazione delle forniture da parte della Direzione Lavori non avrà comunque carattere definitivo, riservandosi il giudizio finale agli atti di collaudo.

Resta pertanto inteso che l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese alla sostituzione, rettifica e ripristino di tutte quelle opere o parti di esse che presentassero difetti di qualsiasi natura o genere.

I vetri dovranno essere della qualità e delle dimensioni richieste, di un sol pezzo per ogni specchiatura ed essere conformi alle Norme di unificazione propria per ogni tipo (Norme UNI: EN 5721÷7, EN 121501, 105931÷4, EN ISO 125431÷6). Dovranno avere trasparenza limpida ed essere perfettamente lisci, privi di bolle, ondulazioni e macchie, di spessore uniforme con facce piane parallele.

L'Appaltatore procederà alla fornitura e posa in opera dei vetri secondo le previsioni di Progetto e nel rispetto della Norma UNI 6534 "Vetrazioni in opere edilizie".

I vetri camera dovranno essere uniti al perimetro con apposito profilato e distanziatore saldato con siliconi o polisolfuri o butile; lo spessore delle lastre e della camera sono quelli indicati negli elaborati di Progetto.

I cristalli di sicurezza stratificati sono costituiti dalla unione di più lastre di cristallo con interposti fogli di polivinilbutirrale di spessore 0,38 mm, secondo le indicazioni progettuali.

Gli accessori di sostegno, movimento, chiusura e trattenuta saranno del tipo indicato nei disegni di dettaglio.

L'Appaltatore dovrà effettuare la posa in opera a regola d'arte avendo cura, tra l'altro, di proteggere convenientemente i manufatti da urti, polveri, calci e/o cemento, mediante adeguati rivestimenti provvisori.

Quando previsto negli elaborati progettuali, gli infissi saranno dotati di:

- maniglione antipánico a barra tubolare orizzontale oscillante a mezzo di leve incernierate alle scatole laterali, fissato su una anta di porta metallica in luogo della maniglia prevista, del tipo a semplice o triplice espansione;
- serratura elettrica del tipo da infilare, con scrocco e catenaccio a due mandate in luogo della serratura prevista, per apertura a distanza compreso il collegamento elettrico ed il relativo comando;
- chiudiporta a pompa:
- del tipo a pavimento dato in opera previa formazione di incavo e di piastra di copertura in acciaio inox;
- del tipo aereo a compasso con finitura superficiale dello stesso colore della porta alla quale va imposto;
- griglie di aerazione in profilati estrusi in lega leggera di alluminio anodizzato nei colori argento o bronzo, costituita da lamelle di speciale sagomatura, telaio portante e cornici coprifili sui due lati, in Progetto può essere previsto che (alcune), sui lati interni, siano munite di elementi filtranti.

3.23.2 Infissi in legno

Il tipo di legname da impiegare per i singoli lavori è quello specificato nel Progetto.

I legnami saranno, esclusivamente di prima scelta, stagionati per almeno due anni dal taglio o perfettamente essiccati artificialmente; la percentuale di umidità massima ammessa sarà del 15%.

Dovranno essere ricavati da tavolami diritti, a fibra compatta e resistente, con venatura e colore uniformi, privi di spaccature e fenditure sia radiali sia circolari, sani ed esenti da nodi, cipollature, tarli ed ogni altro difetto.

Ogni singolo elemento degli infissi dovrà essere finito con carta vetrata e pomice onde eliminare qualsiasi sbavatura; tutti gli spigoli dovranno essere leggermente arrotondati. È assolutamente vietato l'uso di qualsiasi mastice per coprire difetti naturali o di lavorazione.

Ogni particolare dovrà risultare conforme ai disegni di Progetto.

Le quote riportate sui disegni particolari e di dettaglio debbono intendersi come riferite ad elementi finiti: saranno, in via eccezionale, ammesse tolleranze di $\pm 0,5$ mm sullo spessore e di ± 2 mm su larghezza e lunghezza.

I montanti e i traversi dovranno essere ciascuno in un solo pezzo, collegati a tenone e mortasa con caviglie in legno duro.

Gli infissi da finire con vernici trasparenti avranno le connessioni a ingletto od ugnatura, cioè a 45° tra montante e traverso.

Gli incastri a maschio e femmina dovranno attraversare i pezzi a cui saranno calettati con un gioco tra tenone e mortasa non superiore a $0,1 \pm 0,2$ mm per una perfetta aderenza con la colla.

La tolleranza di testa per incastri in legni massicci lavorati a pannelli, perline o doghette dovrà risultare non inferiore ai 2 mm ed in ogni caso sufficiente a permettere la naturale dilatazione tra i singoli elementi.

Per la lavorazione di elementi tamburati è prescritto l'uso di fogli compensati e paniforti, confezionati con legnami di prima categoria selezionati, sani, incollati a freddo e con strati a spessore costante.

Gli strati interni dovranno essere disposti a fibra incrociata; i fogli esterni, continui, uniformi, esenti da fenditure, buchi e tarli, con un massimo per ogni metro quadrato di 5 nodi sani, aderenti e di diametro inferiore a 15 mm.

Strutture tamburate, comunque eseguite, saranno finite sul perimetro con massello in legno duro.

Per l'unione delle varie parti e per il fissaggio degli accessori e degli apparecchi di manovra, posti a perfetto incasso, dovranno adottarsi viti inossidabili; è vietato l'uso di chiodi. Dette viti, dopo il loro approfondimento di 1 ± 2 mm nello spessore del legno, dovranno essere opportunamente stuccate.

Il fissaggio al muro dei controtelai avverrà per mezzo di codette o di fascette in ferro con estremità a zanca, protette da vernice antiruggine.

Gli infissi dovranno essere finiti con cicli di verniciatura, come indicato nel presente Capitolato Speciale.

3.23.2.1 Porte in legno

Le tipologie delle porte sono le seguenti:

- Porta interna tamburata ad una o più ante in legno di abete di prima scelta, cieche o munite di specchiature con vetro float di spessore 6 mm, costituita da:
 - telaio portante di spessore non inferiore a 35 mm e larghezza pari a quella del controtelaio;
 - cornici coprifilo di abete;
 - ante mobili dello spessore minimo di 40 mm composte da intelaiatura perimetrale di sezione 50x40 mm e struttura interna in cellulare a nido d'ape rivestita con pannelli in compensato di pioppo da 5 mm.
- La porta sarà corredata da: tre cerniere per ogni anta, maniglie in ottone cromato di tipo pesante, serratura tipo Patent. L'infisso sarà finito con verniciatura a tre mani con ciclo "A" (ciclo opaco).
- Porta interna tamburata ad una o più ante in legno pregiato (rovere, noce, mogano, ecc.) di prima scelta, cieche o munite di specchiature con vetro float di spessore 6 mm, costituita da:
 - telaio portante di spessore non inferiore a 35 mm e larghezza pari a quella del controtelaio;
 - cornici coprifilo in legno pregiato;

- ante mobili dello spessore minimo di 43 mm composte da intelaiatura in massello di legno di sezione 50x40 mm, struttura interna in cellulare a nido d'ape;
- pannellatura di compensato impiallacciato in legno pregiato dello spessore di 5 mm o con pannellatura in sfibrato di legno extra duro dello spessore di 3,5 mm rivestita con laminato plastico di spessore 1,2 mm;
- finitura perimetrale con cornice in massello di legno pregiato avente sezione ad U munita di battuta.
- La porta sarà corredata da: tre cerniere per ogni anta, maniglia in ottone cromato di tipo pesante, serratura tipo Patent. L'infisso sarà finito con una verniciatura a tre mani con ciclo "B" (ciclo trasparente).
- Sopraluce costituita da telaio portante avente le stesse caratteristiche di quello della porta; cornici coprifili; specchiatura con vetro float dello spessore di 6 mm o grigliata con stecche in profilati estrusi in lega leggera di alluminio anodizzato di particolare sagomatura; è prevista l'apertura a vasistas con i relativi organi di manovra e chiusura.
- Portoncino alla mercantile ad una o due ante costituito da: telaio portante di sezione 50x60 mm e cornici coprifilo in rovere o pitchpine; ante mobili con intelaiatura in regoli di abete di 1a scelta di spessore 30 mm; specchiatura esterna ed interna in doghe di rovere o di pitchpine dello spessore di 12 mm; gocciolatoio riportato ad incastro.
- Il portoncino sarà corredata da: tre cerniere per ogni anta; ferramenta e maniglie in ottone di tipo pesante; serratura tipo Yale.
- L'infisso sarà finito con una verniciatura a tre mani con ciclo "B" (ciclo trasparente).
- Sopraluce costituita da: telaio portante avente le stesse caratteristiche di quello della porta; cornici coprifili; specchiatura con vetrocamera dello spessore complessivo di 24 mm di cui: lastra esterna in vetro antisfondamento stratificato dello spessore di 8÷9 mm, camera di 9 mm, lastra interna in vetro float dello spessore di 6 mm; apertura a vasistas e relativi organi di manovra e chiusura.
- Dimensioni e tipologie delle porte saranno conformi a quanto riportato negli elaborati di Progetto.

3.23.2.2 Finestre e Portefinestre

Le finestre e le portefinestre:

- in legno di abete verniciato a tre mani con ciclo "A" (ciclo opaco);
- in rovere o pitchpine verniciato a tre mani con ciclo "B" (ciclo trasparente);

avranno una o più ante anche con apertura a vasistas.

Saranno costituite da telaio portante di 55x75 mm, da ante mobili in regoli di 45x65 mm con traversa inferiore di 85 mm e con il gocciolatoio riportato ad incastro; rifinite con cornici coprigiunto; saranno complete di: vetri tipo float da 6 mm; ferramenta in ottone cromato di tipo pesante; cremonese con asta incassata.

Dimensioni e tipologie delle finestre e portefinestre saranno conformi a quanto riportato negli elaborati di Progetto.

3.23.3 Infissi in ferro

I profilati da impiegare dovranno essere del tipo speciale ferrofinestra e dovranno avere sezione tale da garantire assoluta indeformabilità e perfetto funzionamento.

I profili dovranno essere ben definiti, a superficie liscia, spigoli netti, con spessore uniforme non inferiore ai 2 mm nelle membrature ed essere esenti da qualsiasi difetto superficiale e strutturale.

Le parti apribili dovranno essere munite di coprigiunti in modo che il buon funzionamento non sia compromesso dalla polvere o dagli agenti atmosferici.

La tenuta all'acqua ed all'aria dovrà essere garantita da battute multiple, sussidiate da guarnizioni elastiche, gocciolatoi esterni e raccoglicondensa.

Inoltre, quei tipi che in disegno saranno indicati a filo esterno del muro dovranno essere muniti di apposito coprigiunto da sovrapporre tra telaio ed intonaco. Tutte le giunzioni dovranno essere eseguite con saldatura elettrica di testa od a filo continuo.

In particolare le saldature dei giunti a 45° dovranno realizzare l'unione dell'intero perimetro delle superfici accoppiate ed evitare filtrazioni di acque nell'interno dei profilati.

Tutte le saldature dovranno essere accuratamente ripulite dalle scorie e molate.

Per l'applicazione dei vetri dovranno usarsi esclusivamente fermavetri in canalina ad U di lamiera zincata di dimensioni minime di 10x10x1 mm.

Le finestre e le portefinestre realizzate in profilati speciali di acciaio dovranno avere la ferramenta di sostegno e di manovra in ottone tipo pesante.

Tutti gli infissi in ferro dovranno essere protetti con cicli di verniciatura, come indicato nel presente Capitolato Speciale.

Gli infissi per le finestre e le portefinestre dovranno avere un peso medio, compreso il telaio fisso ed esclusi i vetri, di norma non inferiore a 23 kg/m².

3.23.3.1 Porte

La porta esterna, ad una o due ante, in acciaio zincato a caldo sarà costituita da:

- un telaio portante realizzato in profilati tubolari di adeguata sezione;
- ante mobili tamburate mediante una pannellatura in lamiera di acciaio zincato a caldo dello spessore di 1 mm, applicata sull'intelaiatura in profilati di acciaio e con interposto strato coibente realizzato con pannelli rigidi di poliuretano espanso della densità di 40 kg/m³;
- ante mobili grigliate con stecche in acciaio zincato a caldo dello spessore di 3 mm, munite sul lato interno di rete antinsetti, intelaiate in profilati tubolari dello spessore minimo di 50 mm munite di gocciolatoio. Sarà corredata da tre cerniere per ogni anta, da maniglie in ottone cromato, da serratura tipo Yale e finite con verniciatura a tre mani con ciclo "D" oppure preverniciate a polveri.

Sopraluce costituita da: telaio portante avente le stesse caratteristiche di quello delle porte; cornici coprifili; specchiatura con vetrocamera dello spessore complessivo di 24 mm, di cui: lastra esterna in vetro antifondamento stratificato dello spessore di 8÷9 mm, camera di 9 mm, lastra interna in vetro float dello spessore di 6 mm oppure grigliata con stecche in acciaio zincato a caldo di spessore 3 mm. Saranno finite con lo stesso ciclo di verniciatura della porta e potranno essere complete di apertura a vasistas e dei relativi organi di manovra e di chiusura.

Dimensioni e tipologia delle porte saranno conformi a quanto riportato negli elaborati di Progetto.

3.23.3.2 Finestre e Portefinestre

Le finestre e le portefinestre saranno realizzate in acciaio verniciato a tre mani con ciclo "B"; saranno costituite da un telaio portante e una intelaiatura delle parti fisse in profilati speciali; da parti mobili apribili a ventola, bilico, a vasistas, in profilati a battentatura multipla muniti di guarnizioni elastiche; saranno completate con apparecchi per l'apertura contemporanea di bilici o vasistas da azionarsi mediante maniglie a frizione o ad asta e cariglione, cornici coprigiunti e vetri float dello spessore di 6 mm.

3.23.3.3 Porte blindate

Porta blindata ad un'anta costituita da: un controtelaio da premurare realizzato in lamiera di acciaio dello spessore di 4 mm munito di otto robuste zanche della lunghezza di almeno 25 cm; un telaio portante realizzato in lamiera di acciaio dello spessore di 4 mm che sarà fissato al controtelaio mediante perni in corrispondenza della battuta dell'anta; cornici coprifilo; anta mobile tamburata in acciaio composta da una lamiera esterna dello spessore di 4 mm; una intelaiatura perimetrale ed interna in profilati scatolati dello spessore di 4 mm; una lamiera interna dello spessore di 2 mm; coibentazione interna formata da pannelli rigidi di lana minerale; cerniere in acciaio con perno antifrizione munite di cuscinetti a sfere reggispinta; serratura di servizio con scrocco e maniglia; serratura di sicurezza a triplice espansione con sette catenacci di cui cinque orizzontali, uno superiore ed uno inferiore; quattro parastrappi fissi sul lato delle cerniere.

L'anta sarà finita con:

- verniciatura a tre mani con ciclo "D" o preverniciate a polveri, previa sabbiatura;
- rivestita sulle due facce con pannellatura costituita da sfibrato in legno di spessore 3 mm e soprastante laminato plastico dello spessore di 1,2 mm; le parti metalliche in vista rifinite come sopra.

Quando previsto in Progetto, l'anta dovrà avere una specchiatura della superficie di 6 dm² in vetro blindato a quattro strati dello spessore di 36÷38 mm.

Porta esterna blindata ad una o due ante, costituita da profilati in acciaio zincato a caldo dello spessore minimo di 4 mm, di adeguata sezione e con vetri stratificati a quattro strati di spessore 36÷38 mm.

Sarà completa di: telaio portante in profilati in acciaio zincato a caldo dello spessore minimo di 4 mm, ancorato solidamente alle strutture con robuste zanche; cerniere in acciaio con perno antifrizione munite di cuscinetti a sfera reggispinta; parastrappi applicati sul telaio dal lato delle cerniere; paletti di bloccaggio; serratura di servizio con scrocco e maniglia; serratura di sicurezza a triplice espansione con sette catenacci di cui cinque orizzontali, uno superiore ed uno inferiore; verniciatura a tre mani con ciclo "D"; guarnizioni di tenuta; coprifili.

3.23.3.4 Porte tagliafuoco

Porta tagliafuoco, ad uno o due battenti, avente resistenza al fuoco di classe "REI 120" atta a conservare sotto l'azione del fuoco, per 120 min, la resistenza meccanica, la tenuta a fiamme, a gas e a fumi e l'isolamento termico.

La porta sarà costituita da:

- telaio portante in profilati in acciaio a Z fissato alla muratura con zanche, munito di guarnizione perimetrale autoespandente, protetta da lamierino, per tenuta al fumo e resistente alle alte temperature;
- ante scatolate dello spessore minimo di 50 mm, in lamiera di acciaio dello spessore minimo di 1 mm, pressopiegata per formare ala di battuta sul telaio, irrigidite internamente sul perimetro con profilato saldato elettricamente, isolate nell'intercapedine con pannello rigido costituito o da lana di vetro o da due lastre di solfato di calcio precompresso con interposto strato rigido in perlite espansa ad alta densità, rostro di tenuta e cerniere speciali delle quali una con molla interna per chiusura automatica, serratura antincendio adeguatamente protetta e maniglione antipanico a barra oscillante. La porta sarà rifinita con verniciatura a tre mani di ciclo "D" previa sabbiatura.

Porta tagliafuoco ad un'anta ad apertura scorrevole avente resistenza al fuoco di classe "REI 60", predisposta per il funzionamento semiautomatico.

La porta sarà costituita da:

- telaio portante in profilati in acciaio fissato alla muratura con zanche;
- anta scatolata dello spessore minimo di 45 mm, in lamiera di acciaio dello spessore minimo di 1,0 mm, pressopiegata per formare battuta sul telaio, irrigidita internamente sul perimetro con profilato saldato elettricamente, isolata nell'intercapedine con due materassini in fibra ceramica con interposto un pannello rigido in lana minerale.
- Sarà completata da una monorotaia superiore in acciaio completa di veletta di copertura, staffe e supporti; carrelli di scorrimento snodati; guida inferiore sagomata; guarnizioni di tenuta; serratura antincendio adeguatamente protetta; contrappeso con cordino di trascinamento entro carter metallico ispezionabile; verniciatura a tre mani con ciclo "D" previa sabbiatura.

3.23.4 Infissi in alluminio e sue leghe

I materiali da impiegare nella costruzione degli infissi dovranno avere le caratteristiche di seguito indicate:

- profilati estrusi in lega primaria PAI Si 04 Mg allo stato bonificato;
- laminati, trafilati o sagomati non estrusi in alluminio primario PALP99,5;

entrambi trattati con ossidazione anodica di spessore 15 μm , nelle classi ARP15, ARS15, ARC15, in base alle previsioni di Progetto.

I profilati estrusi speciali (tubolari o aperti) impiegati dovranno essere a battentatura multipla dei tipi e delle sezioni previsti in Progetto; in particolare la sezione dei profilati dovrà essere adeguata alle dimensioni degli infissi ed ai tipi di vetro imposti.

Dovranno essere lavorati con il sistema a giunto aperto con camera interna di rarefazione e guarnizioni di tenuta in neoprene.

La tenuta perimetrale degli infissi dovrà essere conseguita mediante perfetta lavorazione e rettifica dei profilati; gli elementi dovranno essere connessi tra loro mediante saldatura elettrica; le unioni agli angoli rafforzate con squadrette inserite nelle cavità dei profilati e fissate con avvitamento occulto.

La blindatura dei serramenti, quando prevista in Progetto, dovrà essere realizzata con profilati di acciaio zincato a caldo, fissati con avvitamento occulto all'interno dei profilati estrusi in lega leggera.

Nelle strutture murarie, dovranno essere posti in opera controtelai o contromaschere in acciaio trattati con vernice isolante dielettrica per permettere la completa rifinitura dei vani prima di montare gli infissi.

Tra le contromaschere e gli infissi esterni dovrà essere applicato, in sede di montaggio, nell'apposito alloggiamento un cordone autosigillante. Le cerniere dovranno essere in profilato estruso di lega leggera con spine di acciaio inossidabile; maniglie e organi di manovra in lega leggera di tipo pregiato.

Quando previsto in Progetto, gli infissi di finestra dovranno avere incorporate guide con relativi accessori per l'installazione di tende alla veneziana in lamelle di alluminio, da manovrare mediante comando ad arganello con dispositivo "DUE IN UNO" ad asta e manovella oscillante per la raccolta e l'orientamento simultaneo delle lamelle.

Gli infissi di finestra dovranno avere un peso medio, escluse le contromaschere, le blindature in acciaio ed i vetri, di norma non inferiore a 15 kg/m^2 ; quelle con apertura a bilico, ad anta ribalta o blindate dovranno avere un peso unitario superiore rispetto ai 15 kg/m^2 e comunque rapportato alle dimensioni dell'infisso. Per la posa in opera dei vetri dovranno usarsi esclusivamente fermavetri in profilati ad U estrusi in lega leggera; per evitare vibrazioni e movimenti delle lastre nei telai, tra lastra e telaio, dovranno essere forniti e posti in opera tasselli e guarnizioni in gomma dura o neoprene di dimensioni adeguate al peso ed allo spessore delle lastre.

3.23.4.1 Porte

Le tipologie delle porte in alluminio sono:

Porta interna tamburata ad una o più ante costituita da: telaio portante composto da due elementi in profilati estrusi in lega leggera di alluminio anodizzato di adeguata sezione tra loro uniti telescopicamente per essere imposti a pareti di spessore da 90 a 150 mm, ciascuno comprendente una cornice coprifilo munita di guarnizione in dutral nei punti a contatto con la parete; ante mobili cieche o munite di specchiature con vetro float dello spessore di 6 mm, come da indicazioni di Progetto, dello spessore minimo di 43 mm composte da intelaiatura in massello di legno di sezione 50x40 mm, struttura interna in cellulare a nido d'ape, pannellatura in sfibrato di legno extra duro dello spessore di 3,5 mm rivestita con laminato plastico di spessore 1,2 mm, finitura perimetrale con cornice in profilato estruso in lega leggera di alluminio anodizzato avente sezione ad U munita di battuta. Le cerniere saranno tre per anta in lega leggera di alluminio anodizzato e serratura e pomolo del tipo "premiapri".

Porta interna ad una o più ante costituita da: telaio portante composto da due elementi in profilati estrusi in lega leggera di alluminio anodizzato di adeguata sezione, tra loro uniti telescopicamente per essere imposti a pareti di spessore da 90 a 150 mm, ciascuno comprendente una cornice coprifilo munita di guarnizione in dutral nei punti a contatto con la parete.

Le ante mobili, secondo le indicazioni di Progetto:

- tamburate mediante pannellatura in lamiera di alluminio anodizzato di spessore 1 mm applicata sull'intelaiatura in profilati estrusi di lega leggera con interposto strato coibente in pannelli rigidi di poliuretano espanso della densità di 40 kg/m³;
- aventi ciascuna due specchiature in vetro antisfondamento stratificato dello spessore di 6÷7 mm;
- aventi la parte inferiore tamburata e la parte superiore a vetri;
- dello spessore minimo di 45 mm composte da intelaiatura in profilati estrusi di lega leggera di alluminio anodizzato di adeguata sezione.

La porta sarà provvista di tre cerniere per anta in lega leggera di alluminio anodizzato e serratura e pomolo tipo "premiapri".

Porta esterna ad una o due ante in profilati estrusi in lega leggera di alluminio anodizzato, di adeguata sezione costituita da: telaio portante; cornici coprifilo. Le ante mobili, secondo le indicazioni di Progetto:

- tamburate mediante pannellatura in lamiera di alluminio anodizzato di spessore 1,5 mm applicata sull'intelaiatura in profilati estrusi in lega leggera con interposto strato coibente in pannelli rigidi di poliuretano espanso della densità di 40 kg/m³;
aventi ciascuna due specchiature con vetrocamera dello spessore complessivo di 24 mm, di cui:
lastra esterna in vetro antisfondamento stratificato dello spessore di 8÷9 mm, camera di 9 mm, lastra interna in vetro float dello spessore di 6 mm;
- aventi la parte inferiore tamburata e la parte superiore a vetri;

- grigliate con stecche in profilati estrusi in lega leggera di alluminio anodizzato di idoneo spessore e particolare sagomatura, munite sul lato interno di rete antinsetti.

Le ante mobili saranno intelaiate in lega leggera di alluminio dello spessore minimo di 45 mm munite di gocciolatoio. Le porte sono provviste di controtelaio in acciaio trattato con vernice isolante dielettrica; di tre cerniere per anta e pomolo o maniglia in lega leggera di alluminio anodizzato; di serratura tipo Yale.

Sopraluce costituita da: telaio portante avente le stesse caratteristiche di quello delle porte; cornici coprifili; specchiatura con vetro float dello spessore di 6 mm o grigliata con stecche in profilati estrusi in lega leggera di alluminio anodizzato di particolare sagomatura. Il sopraluce, quando previsto in Progetto, dovrà avere apertura a vasistas con relativi organi di manovra e chiusura.

Le tipologie ed accessori saranno conformi a quelli scelti dal progettista.

3.23.4.2 Finestre e Portefinestre

Le finestre e le porte finestre saranno realizzate in profilati estrusi in lega leggera di alluminio anodizzato, lavorato con il sistema a giunto aperto, costituite essenzialmente da:

- contromaschere in acciaio trattato con vernice isolante dielettrica, complete di zanche da premurare, per permettere la completa rifinitura dei vani prima di montare gli infissi;
- telaio perimetrale in profilati estrusi in lega, da fissare con avvitarmento occulto;
- parti mobili apribili costituite da: telaio portante in profilati estrusi in lega leggera con battentatura multipla muniti di guarnizioni elastiche; specchiature che, da scelte progettuali, possono essere con vetro float, stratificato, vetrocamera. Quando previsto, i profilati del telaio e delle parti mobili, saranno elettrocolorati e/o preverniciati a forno con polveri poliesteri, nei colori indicati.

Vetrata fissa, con parti mobili per vani di porte e finestre, in profilati estrusi in lega leggera di alluminio anodizzato, realizzata come da prescrizioni progettuali, costituita da: telaio perimetrale, intelaiatura delle specchiere, vetrate, controtelaio in acciaio zincato trattato con vernice isolante dielettrica.

Vetrata blindata fissa, con parti mobili per vani di porte e finestre, in profilati estrusi in lega leggera di alluminio anodizzato di adeguata sezione, rinforzati internamente con profilati in acciaio zincato a caldo dello spessore di 46 mm, realizzata come da prescrizioni progettuali, costituita da: telaio perimetrale, intelaiatura delle specchiere, vetrate, controtelaio in acciaio zincato trattato con vernice isolante dielettrica.

Parete esterna perimetrale realizzata con sistema di facciata continua, secondo i disegni di Progetto, costituita da una struttura portante in profilati estrusi di lega leggera di alluminio «a taglio termico».

La struttura composta da montanti e traversi, distribuiti secondo la maglia indicata nei disegni di Progetto e sarà indipendente e termicamente isolata dal reticolo di pannellatura e vetratura esterno.

Data in opera completa di raccordo alle strutture perimetrali, con scossaline in lamiera di alluminio preverniciato e riempimento della cavità con materiale coibente, coprigiunti in alluminio per i rivestimenti, guarnizioni esterne in gomma siliconica ed EPDM, ancoraggio alle strutture portanti con tasselli ad espansione di tipo pesante e quant'altro occorre.

3.23.5 Persiane avvolgibili in materia plastica

Costituite da stecche in profilati estrusi cavi di policloruro di vinile (PVC) collegate orizzontalmente a mezzo di ala continua dello stesso profilato.

Le stecche dovranno presentare rigidità a flessione, resistenza all'urto, resistenza all'agganciamento, stabilità dimensionale; dovranno presentarsi di colore uniforme con superfici esenti da irregolarità, perfettamente rettilinee e di sezione costante.

Ogni stecca dovrà essere munita di non meno di due coste colleganti internamente le due facce per l'intera lunghezza; una delle coste dovrà presentare incamerazione idonea per l'alloggiamento di un rinforzo metallico in acciaio zincato in ragione di un profilato ogni tre stecche.

In questo caso è prevista l'adozione del comando ad arganello con asta oscillante in alluminio anodizzato, in luogo del comando a cinghia.

Lo spessore della stecca non dovrà essere inferiore a 14 mm; l'altezza compresa tra 40÷50 mm, escluso il gancio.

La stecca di base sarà in plastica, in legno o in lega leggera.

La persiana avvolgibile sarà completa di: guide in ferro ad U di dimensioni 18x30 mm, rullo avvolgitore completo di puleggia e supporti con cuscinetti a sfere, avvolgicinghia automatico da incasso con cassetta in ferro e piastra in ottone cromato, cinghia in canapa, paracinghia, squadrette o tappi di arresto.

3.23.6 Serrande avvolgibili in acciaio zincato

Costituite da elementi a nastro, mobili, agganciate tra loro con passo 105÷111 mm, in acciaio dolce zincato a caldo del tipo liscio e non nervato, dello spessore di 1 mm.

Gli elementi dovranno essere sagomati in modo da formare verso l'interno un gocciolatoio a protezione e rinforzo delle cerniere snodabili.

A circa 60 cm dal pavimento del locale potrà essere posto un elemento, in tutto uguale ai precedenti, ma con feritoia per l'aerazione.

Lo spiaggiante battente sulla soglia dovrà essere eseguito con pezzo speciale, particolarmente robusto, provvisto di battuta di arresto sull'architrave completa di gommini ed inoltre: serratura di chiusura tipo Yale.

Il movimento, su guide ad U ancorate alla muratura, dovrà avvenire gradatamente durante la manovra sia di apertura che di chiusura ed in modo tale che sia ridotto notevolmente l'attrito degli elementi contro la guida stessa.

Il rullo avvolgitore, munito di molle di sollevamento in acciaio, agirà su supporto ancorato solidamente alla struttura muraria.

Le serrande dovranno essere dotate di apparecchiatura per la manovra a mano mediante argano con manovella provvisto di ingranaggi superiori ed inferiori, asta discendente e fine corsa superiore ed inferiore.

Gli ingranaggi dovranno essere protetti da cassette in lamiera munita di sportelli di ispezione.

L'apparecchiatura di manovra dovrà essere azionabile sia dall'esterno che dall'interno dei locali.

Quando previsto in Progetto, la serranda dovrà essere corredata di un apparecchio di manovra elettrico del tipo monofase o trifase comprensivo del quadro di comando, dei necessari collegamenti elettrici, di un chiavistello e freno meccanico, di un selettore a chiave e dischi di compensazione.

Le serrande saranno finite con verniciatura a tre mani con ciclo "D".

3.23.7 Porte a bilico

Costituite da due pannelli ciechi in lamiera di acciaio zincata fortemente nervata in senso orizzontale, di spessore minimo di 1 mm, intelaiati con una struttura tubolare sagomata in acciaio zincato e collegati tra di loro mediante cerniera continua.

La manovra della porta dovrà risultare costantemente equilibrata per mezzo di contrappesi laterali, collegati al pannello inferiore mediante trasmissione a carrucole superiori e funi o catene in acciaio. Qualora, per ragioni strutturali o di ingombro, la porta debba essere installata con un unico contrappeso dovrà essere munita di un apposito dispositivo di blocco automatico in caso di accidentale rottura della trasmissione.

Il movimento sulle guide laterali di scorrimento avverrà mediante carrelli ruotanti su cuscinetti a sfere. I contrappesi scorreranno a loro volta su apposite guide fissate con zanche alla muratura.

Ciascuna porta dovrà essere fornita in opera completa di serratura tipo Yale centrale, di maniglie e quanto altro necessario per darla perfettamente funzionante. Tutte le porte saranno finite con verniciatura a tre mani con ciclo D.

3.23.8 Portoni ad impacco laterale

Il portone dovrà essere a manovra manuale con predisposizione per la motorizzazione. Sarà composto da un numero qualsiasi di ante raccolte internamente su uno o due lati del vano, secondo le indicazioni di Progetto.

Ciascuna anta sarà formata da un unico elemento strutturale assemblato con collanti a freddo ad alta resistenza, costituito da:

- telaio perimetrale in profilati di acciaio zincato a caldo con metodo Sendzimir;
- scatoletta con due lamiere lisce pressopiegate in acciaio zincato a caldo con metodo Sendzimir, dello spessore non inferiore a 1 mm;

- coibentazione con pannello rigido in cloruro di polivinile espanso a cellule chiuse di densità 30 kg/m³ tale da garantire un coefficiente di trasmissione del calore $K > 0,34 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ (DIN 52612);
- guarnizioni verticali tubolari in mescole elastomeriche antinvecchiamento;
- guarnizioni orizzontali, superiore ed inferiore, a spazzola in setole di nylon antiroditori ed antiusura;
- cerniere ad alta resistenza ad ancoraggio meccanico munite di boccole antifrizione e cuscinetto reggispinga;
- verniciatura, previo trattamento di fosfatazione mediante mano di primer epossidico e finitura con vernice a base di resine poliesteri essiccate in forno, nel colore previsto, dello spessore non inferiore a 0,04 mm.

Lo spessore delle ante dovrà essere almeno di 50 mm ed il peso di ciascuna anta non dovrà risultare inferiore a 25 kg/m².

Il portone sarà fornito in opera completamente funzionante, compreso:

- guida portante superiore in acciaio pressopiegato di spessore 3÷5 mm completa di deragliatore, cavallotti e staffe di fissaggio alle strutture portanti;
- guida inferiore in acciaio pressopiegato del tipo ad incasso, con fori per lo scarico dell'acqua, completa di zanche per il fissaggio a pavimento;
- carrelli di guida, a quattro ruote portanti funzionanti a circolazione di sfere, ad azione autocentrante e di allineamento con la guida superiore, regolabili in altezza;
- profili di tenuta fissati alla struttura muraria e guarnizioni di tenuta in mescole elastomeriche antinvecchiamento fissate alle ante estreme;
- due cariglioni di chiusura (uno per ogni impacco di ante) con relative maniglie di manovra; uno dei due cariglioni dovrà essere munito di cilindro tipo Yale con chiave funzionante anche dall'esterno;
- quando previsto in Progetto, il portone sarà fornito anche di griglia di aerazione di superficie 0,15÷0,20 m², costituita da profilati estrusi in lega leggera di alluminio anodizzato elettrocolorato, completa di cornici coprifilo, di accessori di fissaggio;
- costola di sicurezza.

La motorizzazione, quando prevista in Progetto, avrà velocità di traslazione costante e sarà realizzata da:

- sistema di catene con tendicatena a molla collegato con un microinterruttore con funzione di sicurezza antischiacciamento;
- motore elettrico con voltaggio monofase o trifase (220/380 V) di potenza adeguata alle dimensioni del portone;
- gruppo motoriduttore per la movimentazione contemporanea dei due impacchi;
- comando aperturastopchiusura con pulsantiera all'interno e selettore a chiave all'esterno;
- quadro elettrico di comando e controllo;
- microinterruttori e cammes regolabili di fine corsa aperturachiusura;

- dispositivo di sbloccaggio per manovra manuale in caso di mancanza di corrente;
- tamponi di fine corsa, staffe di supporto, accessori di fissaggio alla muratura, montaggio, allacciamenti e cablaggi, linea elettrica di alimentazione e relativa canalizzazione.

Il portone ad impacco laterale, quando previsto in Progetto, sarà provvisto di porte pedonali della superficie minima di almeno 1,20 m², apribili verso l'esterno, con caratteristiche strutturali di rifinitura uguali a quelle dei pannelli del portone, munite di serrature tipo Yale, maniglie di presa e guarnizioni perimetrali a doppia battuta in mescola elastomerica antinvecchiamento.

Possono essere previste in Progetto anche delle specchiature a giorno nelle ante del portone, della superficie di almeno 0,30 m² realizzate con oblò rettangolari in doppia parete di metacrilato montati con guarnizioni di tenuta avvolgenti in mescola elastomerica antinvecchiamento.

3.23.9 Portoni di tipo sezionale

Composti da pannelli scatolati, scorrenti verticalmente e a soffitto, come da indicazioni di Progetto. Ciascun pannello sarà formato da un unico elemento strutturale scatolato costituito da due lamiere piane con nervature longitudinali in acciaio zincato a caldo dello spessore non inferiore a 0,6 mm, assemblato con speciali collanti e coibentato internamente con schiuma di resine poliuretatiche a cellula chiusa della densità di 50 kg/m³, iniettata a caldo, avente coefficiente di trasmissione del calore $K > 0,42 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ (DIN 52612).

Internamente al pannello dovranno essere inseriti rinforzi longitudinali in profilati di acciaio per aumentarne la resistenza e per il fissaggio delle cerniere.

Lateralmente, i pannelli saranno finiti con elementi in acciaio zincato aventi funzione di supporti per l'ancoraggio di carrelli e delle cerniere.

I pannelli, uniti con cerniere in acciaio zincato a caldo, saranno resi solidali con le guide di scorrimento per mezzo di carrelli in acciaio zincato a caldo portanti rulli di scorrimento di tipo rinforzato in acciaio rettificato muniti di cuscinetti a sfere, ciascun carrello regolabile perpendicolarmente e trasversalmente per una agevole registrazione del portone in opera.

I giunti longitudinali tra i pannelli saranno muniti di guarnizioni in gomma; lateralmente e superiormente ai portoni dovranno essere fornite guarnizioni in mescola elastomerica antinvecchiamento del tipo a labbro; sulla battuta inferiore la guarnizione sarà del tipo tubolare.

Il sistema di scorrimento sarà del tipo bilanciato a molle elicoidali precaricate calettate su un albero in acciaio posto sopra le guide di scorrimento.

Il portone sarà fornito completo di:

- guide laterali di scorrimento fissate alla muratura ed a soffitto;
- albero portamolle in acciaio zincato di adeguato spessore con molle elicoidali di bilanciamento in numero necessario;
- dispositivo di sicurezza paracadute che interviene in caso di rottura accidentale del cavo di sollevamento;

- dispositivo di sicurezza contro lo scarrucolamento del cavo traente;
- serratura del tipo Yale e maniglie di sollevamento interna ed esterna;
- può essere previsto in Progetto, anche la griglia di aerazione di superficie $0,15 \div 0,20 \text{ m}^2$ costituita da profilati estrusi in lega leggera di alluminio anodizzato elettrocolorato;
- cornici coprifilo, accessori di fissaggio;
- costola di sicurezza.

La finitura delle facce in vista, esterna ed interna dei portoni, sarà eseguita mediante trattamento con speciale vernice plastificata dello spessore non inferiore a 0,2 mm.

Il portone dovrà essere a manovra manuale con predisposizione per la motorizzazione.

Quando previsto in Progetto, il portone dovrà essere corredato di porte pedonali, aprentesi verso l'esterno, della superficie minima di almeno $1,20 \text{ m}^2$ aventi caratteristiche strutturali e di rifinitura uguali a quelle del portone, munite di serratura tipo Yale, maniglie di presa e guarnizioni perimetrali a doppia battuta in miscela elastomerica antinvecchiamento.

Possono essere previste anche specchiature a giorno, della superficie ciascuna di almeno $0,25 \text{ m}^2$, realizzate con oblò rettangolari in doppia parete di metacrilato montati con guarnizioni di tenuta avvolgenti in miscela elastomerica antinvecchiamento.

Nel Progetto può essere prevista la motorizzazione del portone, la velocità di traslazione dovrà risultare costante e le apparecchiature previste saranno composte da:

- sistema di catene con tendicatena a molla collegato con un microinterruttore con funzione di sicurezza antischiacciamento;
- motore elettrico con voltaggio monofase o trifase (220/380 V) di potenza adeguata alle dimensioni del portone;
- comando aperturastopchiusura con pulsantiera all'interno e selettore a chiave all'esterno;
- quadro elettrico di comando e controllo;
- microinterruttori e cammes regolabili di fine corsa aperturachiusura;
- dispositivo di sbloccaggio per manovra manuale in caso di mancanza di corrente;
- tamponi di fine corsa, staffe di supporto, accessori di fissaggio alla muratura, montaggio, allacciamenti e cablaggi, linea elettrica di alimentazione e relativa canalizzazione.

3.24 TINTEGGIATURE E VERNICIATURE

3.24.1 Norme generali

Prima dell'esecuzione di qualsiasi opera di tinteggiatura e verniciatura, le superfici da trattare dovranno essere oggetto, adeguatamente a ciascun tipo, di una idonea ed accurata preparazione.

L'Appaltatore ha l'obbligo di eseguire campioni per i vari tipi di finiture per la verifica della rispondenza dei colori a quelli di Progetto.

Tinteggiature e verniciature, quando specificatamente previsto, saranno completate con filettature, fascette e zoccolini.

Le mani dovranno essere date a passate incrociate; per le verniciature, le varie mani saranno eseguite in colore o tonalità diverse in modo tale che sia possibile il controllo del numero di mani applicate.

Non saranno assolutamente accettate vernici non rispondenti alle caratteristiche ed ai requisiti prescritti, addebitando all'Appaltatore, in qualsiasi stadio dei lavori, l'asportazione e la sostituzione delle verniciature eseguite che non risultassero idonee.

Le tinteggiature e verniciature, con particolare riferimento a quelle su legno e su metallo, dovranno essere eseguite in condizioni di tempo asciutto, evitando eccessi di caldo o di gelo e non si dovrà mai procedere alla stesura di uno strato fino a che il precedente non sia perfettamente essiccato. Si riterranno inoltre a totale carico dell'Appaltatore la pulitura, la riparazione o il risarcimento di eventuali danni arrecati da spruzzi o macchie su qualsiasi superficie finita, poiché rientra nei suoi obblighi l'adozione preliminare di ogni precauzione atta ad evitarli.

3.24.2 Tinteggiatura

3.24.2.1 Tinteggiatura a tempera

La tinteggiatura di pareti e soffitti sarà eseguita con pittura a tempera data in tre mani, previa adeguata preparazione del sottofondo che dovrà essere regolarizzato e liscio mediante rasatura a stucco plastico, scartavetratura, spolveratura, ripresa di spigoli e quanto altro necessario.

3.24.2.2 Tinteggiatura con idropittura

3.24.2.2.1 tinteggiatura di pareti (per interni):

Con pittura emulsionata opaca lavabile a base di resine vinilacriliche disperse in acqua, con 50÷60% di veicolo avente residuo secco non inferiore al 30% e 40÷50 di pigmento costituito da biossido di titanio per almeno il 50%.

Lo spessore della pellicola per ciascuna mano non dovrà risultare inferiore a 0,025 mm.

Data in due mani previa preparazione del sottofondo che dovrà essere regolarizzato e liscio mediante rasatura a stucco plastico, scartavetratura, spolveratura, ripresa di spigoli e quanto altro necessario compresa l'applicazione di uno strato di isolante inibente.

3.24.2.2.2 tinteggiatura per esterni:

Si dovrà impiegare idropittura a base di resine vinilacriliche disperse in acqua con 55÷60% di veicolo avente residuo secco non inferiore al 50% e 40÷45% di pigmento costituito da biossido di titanio rutilo per almeno il 65%.

Lo spessore di ogni mano non dovrà risultare inferiore a 0,035 mm.

Data in due mani previa preparazione del sottofondo mediante rasatura a stucco plastico, scartavetratura, spolveratura, ripresa di spigoli e quanto altro necessario compresa l'applicazione di uno strato di isolante inibente.

Se previsto in Progetto, sopra la tinteggiatura esterna, sarà applicata una mano di vernice trasparente idrorepellente siliconica a solvente, data a pennello o a spruzzo.

3.24.3 Verniciatura di pareti in muratura

Le pareti interne in muratura saranno finite con due mani di smalto poliuretano, previa preparazione del sottofondo e spolveratura delle superfici, di colore e modalità indicate in Progetto; le pareti esterne saranno finite con una mano di vernice trasparente idrorepellente siliconica a solvente su faccia vista o intonacata e tinteggiate.

3.24.4 Verniciature di strutture in acciaio

Tutte le strutture in acciaio (inclusi gli infissi) dovranno essere finite con uno dei cicli di verniciatura di seguito descritti, secondo le indicazioni progettuali.

I cicli di verniciatura saranno preceduti dalla preparazione del supporto mediante spazzolatura meccanica, o sabbiatura, o sgrassaggio.

3.24.4.1 Ciclo "A"

Per strutture non in vista o come preparazione a successivi trattamenti di protezione al fuoco.

Da applicare in superfici preparate mediante sabbiatura di grado Sa 2½ della SVENSK STANDARD SIS con l'avvertenza che i ritocchi da effettuare con primer epossidico allo zinco, dopo la posa in opera delle strutture e prima dell'applicazione della seconda mano, dovranno interessare tutte le superfici dalle quali sia stata asportata la prima mano data in officina, in corrispondenza di saldature e comunque in tutti i punti che si presentassero scoperti.

Il ciclo comprende due mani di prodotti vernicianti, oltre alla mano di ritocchi; nello specchio che segue si riportano le caratteristiche di ciascuna mano:

	I MANO	RITOCCHI SULLA I MANO	II MANO
TIPO DI VERNICE	PRIMER EPOSSIDICO ALLO ZINCO	PRIMER EPOSSIDICO ALLO ZINCO	PITTURA EPOSSIDICA
PESO SPECIFICO grammi/litro	≥2600	≥ 2600	≥ 1400
COMPONENTI n.	2	2	2
SPESSORE DEL FILM mm	≥ 0,07	≥ 0,07	≥ 0,08
METODO DI APPLICAZIONE	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS	PENNELLO SPRUZZO	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS

3.24.4.2 Ciclo "B"

Per strutture in vista, preparate mediante sabbiatura di grado Sa 2½ della SVENSK STANDARD SIS, con la prima mano di antiruggine ed i ritocchi come al precedente Ciclo "A"; la seconda mano di pittura epossidica e la terza mano di smalto poliuretano date in opera; complessivamente il ciclo comprende tre mani di prodotti vernicianti oltre alla mano di ritocchi; nello specchio che segue si riportano le caratteristiche di ciascuna mano:

	I MANO DATA IN OFFICINA	RITOCCHI SULLA I MANO DATA IN OPERA	II MANO DATA IN OPERA	III MANO DATA IN OPERA
TIPO DI VERNICE	PRIMER EPOSSIDICO ALLO ZINCO	PRIMER EPOSSIDICO ALLO ZINCO	PITTURA EPOSSIDICA	SMALTO POLIURETANICO
PESO SPECIFICO grammi/litro	≥ 2600	≥ 2600	≥ 1400	≥ 1100
COMPONENTI n.	2	2	2	1 o 2
SPESSORE DEL FILM mm	$\geq 0,07$	$\geq 0,07$	$\geq 0,08$	$\geq 0,035$
METODO DI APPLICAZIONE	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS	PENNELLO SPRUZZO	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS

3.24.4.3 Ciclo "C"

Da applicare su superfici non in vista o come preparazione a successivi trattamenti di: protezione al fuoco; strutture portanti in acciaio zincato a caldo; lattoneria in lamiera di ferro zincato per converse, canali di gronda, tubazioni, foderature ecc.

Il ciclo comprende una sola mano di prodotti vernicianti; nello specchio che segue si riportano le caratteristiche della mano:

	I MANO
TIPO DI VERNICE	PRIMER EPOSSIDICO
PESO SPECIFICO grammi/litro	≥ 1500
COMPONENTI n.	2
SPESSORE DEL FILM mm	$\geq 0,08$
METODO DI APPLICAZIONE	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS

3.24.4.4 Ciclo "D"

Da applicare su superfici in vista zincate a caldo o su superfici metalliche esistenti preparate mediante spazzolatura meccanica o sabbiatura.

Il ciclo comprende tre mani di prodotti vernicianti; nello specchio che segue si riportano le caratteristiche di ciascuna mano:

	I MANO	II MANO	III MANO
TIPO DI VERNICE	PRIMER EPOSSIDICO	PITTURA EPOSSIDICA	SMALTO POLIURETANICO
PESO SPECIFICO grammi/litro	≥ 1500	≥ 1400	≥ 1100
COMPONENTI n.	2	2	1 o 2
SPESSORE DEL FILM mm	≥ 0,08	≥ 0,08	≥ 0,035
METODO DI APPLICAZIONE	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS

3.24.4.5 Ciclo "E"

Da applicare su lattaeria in lamiera di ferro nero per foderature, tubazioni, canali, ecc. e su pluviali in tubi di acciaio elettrosaldati, previa preparazione mediante sabbiatura.

Il ciclo comprende due mani di prodotti vernicianti; nello specchio che segue si riportano le caratteristiche di ciascuna mano:

	I MANO	II MANO
TIPO DI VERNICE	PRIMER EPOSSIDICO	PITTURA EPOSSIDICA
PESO SPECIFICO grammi/litro	≥ 1500	≥ 1400
COMPONENTI n.	2	2
SPESSORE DEL FILM mm	$\geq 0,08$	$\geq 0,08$
METODO DI APPLICAZIONE	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS

3.24.4.6 Ciclo "F"

3.24.4.6.1 Ciclo F/1

Da applicare su superfici non in vista preparate mediante sabbiatura di grado Sa 2½.

Il ciclo comprende due mani di prodotti vernicianti; nello specchio che segue si riportano le caratteristiche di ciascuna mano:

	I MANO	II MANO
TIPO DI VERNICE	PRIMER EPOSSIDICO ALLO ZINCO	PITTURA EPOSSICATRAME
PESO SPECIFICO grammi/litro	≥ 2600	≥ 1400
COMPONENTI n.	2	2
SPESSORE DEL FILM mm	$\geq 0,07$	$\geq 0,15$
METODO DI APPLICAZIONE	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS

3.24.4.6.2 Ciclo F/2

Da applicare su superfici non in vista zincate a caldo.

Il ciclo comprende due mani di prodotti vernicianti; nello specchio che segue si riportano le caratteristiche di ciascuna mano:

	I MANO	II MANO
TIPO DI VERNICE	PRIMER EPOSSIDICO	PITTURA EPOSSICATRAME
PESO SPECIFICO grammi/litro	≥ 1500	≥ 1400
COMPONENTI n.	2	2
SPESSORE DEL FILM mm	$\geq 0,08$	$\geq 0,15$
METODO DI APPLICAZIONE	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS

3.24.5 Protezione al fuoco

3.24.5.1 Con pittura ignifuga intumescente

Verniciatura protettiva di strutture metalliche costituita da pittura ignifuga intumescente a base acquosa (esente da solventi) atta all'isolamento al fuoco e ritardante la propagazione della fiamma mediante reazione ad effetto schiumogeno. Applicata a più mani, a pennello o a spruzzo, nelle quantità e con gli spessori sottoindicati, secondo le classi di protezione richieste, come da prescrizioni specificate nella circolare del Ministero dell'Interno n. 91 del 4/9/1961 e successivi aggiornamenti, gli spessori e le classi di protezione saranno le seguenti:

- per ottenere una resistenza al fuoco di classe 60 min, sarà applicato un quantitativo di pittura pari a 1,7÷1,8 kg/m² dato in 3÷4 mani, pari ad uno spessore finito di 0,8 mm;
- per ottenere una resistenza al fuoco di classe 120 min, sarà applicato un quantitativo di pittura pari a 2,9÷3,0 kg/m² dato in 4÷5 mani, pari ad uno spessore finito di 1,35 mm.

La pittura sarà applicata su superfici preventivamente preparate come ai cicli A e C; o su superfici di strutture in acciaio esistenti, sabbiare a metallo bianco di grado SVENSK STANDARD 2½ e trattate con una mano di antiruggine sintetico magro al cromato di zinco dello spessore di 0,04 mm.

4 TUBAZIONI, VALVOLE, GIUNTI

4.1 TUBAZIONI IN PEAD PER LIQUIDI

Tubazioni in polietilene ad alta densità (PE100 sigma 80), SDR17 - PN10, conformi alle norme EN 12201-1 e EN 12201-2: 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 nuovo ispessitore, per i quali è previsto l'impiego di tubazioni in acciaio bitumato.

L'accettazione delle condotte in polietilene ad alta densità da parte della Direzione Lavori è subordinata alla completa osservanza della normativa UNI al riguardo e precisamente UNI EN 12201, UNI EN 13476; l'inosservanza anche di una sola delle specifiche contenute nella precitata normativa e di ogni ulteriore prova e collaudo richiesto dalla Direzione Lavori comporterà il totale rigetto della fornitura da parte di quest'ultima senza che l'appaltatore abbia diritto a risarcimento alcuno.

Le condotte inoltre dovranno essere obbligatoriamente contrassegnate con il marchio di conformità IIP di proprietà dell'Ente Nazionale Italiano di Unificazione UNI gestito dall'Istituto Italiano dei Plastici giuridicamente riconosciuto con D.P.R. n. 120 del 1/2/1975. Le condotte potranno essere dei tipi:

- UNI EN 12201 per condotte in pressione PE100
- UNI EN 13476 per condotte di scarico interrate e per fognature.

L'appaltatore si impegna a dimostrare, con dettagliate relazioni tecniche da sottoporre alla Direzione Lavori, le caratteristiche delle sollecitazioni cui le condotte saranno sottoposte in opera ed in fase di assemblaggio.

La ditta fornitrice dovrà allegare all'offerta il Certificato di Conformità del prodotto alla norma UNI 10910 rilasciato secondo UNI CEI EN 45011 da organismo o istituto terzo indipendente accreditato SINCERT che attesti la conformità delle tubazioni alla norma su tutta la gamma fornita;

La Direzione Lavori potrà far eseguire prove di collaudo in conformità alle norme a un primario istituto di analisi abilitato e accreditato, su una campionatura di tubazioni giacenti in cantiere a spese del fornitore.

La ditta fornitrice dovrà presentare i certificati di collaudo attestanti l'avvenuto collaudo per ciascun lotto di tubi prodotto facente parte la fornitura; i certificati conterranno in particolare la registrazione dei test per il rilascio del lotto (Batch Release Tests BRT) di seguito riportati:

- OIT (con relativo report curva calorimetrica) secondo EN 728;
- Caratteristiche in trazione (con relativo report curva di trazione) secondo ISO 6259;
- Resistenza alla pressione interna secondo EN 921.

La marcatura minima sui tubi dovrà essere conforme alla norma UNI EN 12201 per condotte in pressione PE100 o UNI EN 13476 per condotte di scarico interrate e per fognature, e riportante indelebilmente:

- nome del fabbricante;
- Diam. X sp;
- SDR e PN;
- identificazione materiale;
- data di produzione;
- n.ro trafila;
- n.ro lotto;
- riferimento normativo: UNI EN 12201 o UNI EN 13476;
- marchi di qualità.

Sono richiesti i test positivi delle prove eseguite sul prodotto finito in conformità alla norma UNI EN 1622.

In caso di posa subacquea le condotte dovranno obbligatoriamente essere idoneamente appesantite in modo tale da controbilanciare abbondantemente la spinta idrostatica e resistere ad eventuali correnti ortogonali all'asse delle stesse.

Tabella 1 - Dimensioni e spessori dei tubi in PE100 SDR17 - PN10 previsti dalla norma UNI EN 12201

Diametro esterno (mm)	Spessore (mm)
32	2.0
40	2.4
50	3.0
63	3.8
75	4.5
90	5.4
110	6.6
125	7.4
140	8.3
160	9.5
180	10.7
200	11.9
225	13.4
250	14.8
280	16.6
315	18.7
355	21.1
400	23.7
450	26.7

500	29.7
560	33.2
630	37.4
710	42.1
800	47.4
900	53.3
1000	59.3

4.1.1 Giunzioni

La giunzione fra i vari tubi in PEAD UNI-EN 12201 o UNI EN 13476 dovrà essere fatta con saldatura testa a testa secondo le modalità della DIN 16932 e le specifiche dell'Istituto Olandese per la saldatura: IIW-XVI "Procedure qualification for Welding of h.d. PE" 71/E; in casi particolari saranno autorizzate, previa presentazione dei relativi disegni e dimensionamenti, giunzioni di tipo flangiato e plastificate; in ogni caso la superficie interna della tubazione nella zona di saldatura dovrà essere perfettamente liscia e non presentare protuberanze o sbavature di sorta.

Per tutto quanto non esplicitamente espresso nel presente articolo si rimanda alla normativa nazionale ed internazionale vigente valendo a parità di condizioni quelle maggiormente restrittive. I sistemi di giunzione tra tubo e fra tubo e raccordo di P.E.A.D. sono i seguenti:

4.1.2 Giunzioni per saldatura

Saldatura testa a testa

È usata nelle giunzioni fra tubo e tubo e fra tubo e raccordo quando quest'ultimo è predisposto in tal senso.

Saldatura a manicotto termico

La saldatura a manicotto termico si esegue riscaldando elettricamente il manicotto nel quale è incorporata una resistenza elettrica che produce il calore necessario per portare alla fusione il polietilene. Tale saldatura è consigliabile quando si devono saldare due estremità di tubo che non possono essere rimosse dalla loro posizione (p. es. le riparazioni).

Per una buona riuscita della saldatura è necessario accertarsi che le superfici interessate alla giunzione (interna del manicotto ed esterna dei tubi) siano assolutamente esenti da impurità di qualsiasi genere ed in particolare modo prive di umidità ed untuosità.

4.1.3 Giunzioni per flangiatura

Per la flangiatura di spezzoni di tubazione o di pezzi speciali si usano flange scorrevoli infilate su collari saldabili in P.E.A.D.

I collari, data la resistenza che devono esercitare, saranno prefabbricati per stampaggio dal fornitore dei tubi e saranno applicati (dopo l'infilaggio della flangia) mediante saldatura di testa. Le flange saranno quindi collegate con normali bulloni o tiranti di lunghezza appropriata.

L'inserimento di guarnizioni è consigliato in tutti i casi. Le flange, a secondo dell'uso della condotta, potranno essere di normale acciaio al carbonio o di acciaio plastificato; a collegamento avvenuto, flange e bulloni potranno essere convenientemente protetti contro la corrosione.

4.1.4 Collegamento con altri materiali

Il collegamento tra le tubazioni in P.E.A.D. ed altri materiali, sia tubazioni che accessori di rete, verrà realizzato mediante flange mobili in ghisa sferoidale PN 10-16 verniciate con resine epossidiche, tipo lungo per PE con dispositivo antisfilamento, foratura secondo UNI o D.I.1882.

4.1.5 Trasporto

Nel trasporto bisogna supportare i tubi per tutta la loro lunghezza onde evitare di danneggiare le estremità a causa di vibrazioni.

Si devono evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, contatti con corpi taglienti ed acuminati.

Le imbragature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa, di nylon o similari; se si usano cavi di acciaio, i tubi devono essere protetti nella zona di contatto con essi.

Si tenga presente che a basse temperature aumenta la possibilità di rottura dei tubi di P.e.a.d.; in tali condizioni quindi tutte le operazioni di movimentazione (trasporto, accatastamento, posa in opera, ecc.) devono essere effettuate con la dovuta cautela.

4.1.6 Carico e scarico

Queste operazioni, come per tutti gli altri materiali, devono essere fatte con grande cura. I tubi non devono essere buttati né fatti strisciare sulle sponde caricandoli sull'automezzo o scaricandoli dallo stesso, ma devono essere accuratamente sollevati ed appoggiati.

4.1.7 Accatastamento

I tubi lisci devono essere immagazzinati su una superficie piana, priva di parti taglienti ed esente da sostanze che potrebbero attaccare i tubi.

I tubi non devono essere accatastati ad un'altezza superiore a 1,50 m, qualunque sia il diametro dei tubi, per evitarne possibili deformazioni nel tempo.

Se i tubi non vengono adoperati per un lungo periodo, devono essere protetti dai raggi solari diretti con schermi opachi che consentano una regolare aerazione.

4.1.8 Posa in opera in trincea e posa sotto terrapieno

Per larghezza B di una trincea si intende quella misura al livello della generatrice inferiore del tubo posato, sia scavo a pareti verticali che per scavo a pareti inclinate. Per altezza del riempimento H si intende quella misurata tra la generatrice superiore della tubazione posata ed il piano di campagna. La larghezza minima da assegnare ad una trincea è quella determinata dal valore del diametro D della tubazione aumentato di 20 cm da ciascun lato della tubazione stessa.

$$B = D + 40 \text{ cm}$$

Qualora la larghezza della trincea sia grande rispetto all'altezza di ricoprimento o al diametro D della tubazione e precisamente quando

$$B \geq \frac{H}{2} \text{ o } B \geq 10 D$$

La tubazione viene a trovarsi nella condizione detta «sotto terrapieno», condizione in cui essa è assoggettata ad un carico addizionale rispetto a quello che sopporterebbe se fosse nella condizione in trincea.

L'altezza massima del ricoprimento deve essere di 6 m per tubazione posate in trincea e di 4 m per tubazioni posate sotto terrapieno.

In corso di lavoro, nel caso che si verificano condizioni più gravose di quelle previste dalle presenti norme, sempre che tali condizioni riguardino tronchi di limitata ampiezza per cui sussista la convenienza economica di lasciare invariati gli spessori previsti in sede di progettazione, si deve procedere ad opere di protezione della canalizzazione, tali da ridurre le sollecitazioni sulle pareti del tubo ai valori stabiliti per la classe di spessori prescelta.

Scavo in trincea

Lo scavo della trincea delle dimensioni prescritte e col fondo all'esatta quota indicata nei profili longitudinali di progetto deve essere effettuato con mezzi idonei, adottando tutti i provvedimenti necessari per il sostegno delle pareti onde evitare il franamento.

Letto di posa e rinfianco

La natura del fondo della trincea o, più in generale, del terreno in cui la tubazione troverà il suo appoggio, deve avere resistenza uniforme e tale da escludere ogni possibilità di cedimenti differenziati da un punto all'altro della tubazione.

Nelle trincee aperte in terreni eterogenei, collinosi o di montagna, occorre garantirsi dall'eventuale slittamento del terreno con opportuni ancoraggi.

Se si ha motivo di temere l'instabilità del terreno e del letto di posa della canalizzazione e dei relativi manufatti in muratura, a causa dell'erosione di acqua reperita nella trincea, bisogna opportunamente consolidare il terreno con l'ausilio di tubi di drenaggio al di sotto della canalizzazione (o dei manufatti in muratura) disponendo tutto intorno a detti tubi di drenaggio uno

strato spesso di ghiaia o di altro materiale appropriato; occorre cioè assicurare la condizione che non sussista la possibilità di alcuno spostamento del materiale di rinterro a causa della falda acquifera.

Al fondo della trincea, livellato e liberato da ogni traccia di pietrame, si sovrappone un letto di posa sabbioso così da avere la superficie d'appoggio della tubazione perfettamente piana e da poter esercitare l'appoggio su materiali di natura tale che assicurino la ripartizione uniforme dei carichi lungo l'intera tubazione.

Occorre procedere ad un accurato livellamento del letto al di sotto del tubo e ad un rinfianco ben costipato, tenendo altresì presente che l'altezza del rinterro è piccola il rinfianco non riuscirà a mobilitare una pressione orizzontale sufficiente a contrastare la deformazione.

Il materiale deve essere costituito in prevalenza da granuli aventi diametro di 0,10 mm e deve contenere meno del 12% di fino (composto da particelle inferiori a 0,08 mm); deve essere costipato con attrezzi adatti prima della posa della tubazione e, naturalmente accuratamente livellato.

È essenziale che il letto non sia rigido e che offra al tubo un sostegno buono e uniformemente distribuito.

4.1.9 Prescrizioni specifiche

La posa avverrà su letto di sabbia opportunamente livellata, e la tubazione sarà interamente ricoperta oltre 20 cm alla generatrice superiore; quindi, sarà inserito nello scavo un nastro di segnalazione con inseriti 2 fili di acciaio inox resistente all'invecchiamento ed alle basse temperature, di spessore 0,15 mm.

Tutte le tubazioni (indipendentemente dal diametro di posa) dovranno essere fornite in barre da 6 o 12 mt.

Per le tubazioni per irrigazione in PE bassa densità dovranno essere prodotte in conformità alla normativa UNI 7990- 2004 e verificati secondo EN ISO 6259 ed EN 921.

4.1.10 Collaudo

Il collaudo di una tubazione di Pead. per acque di scarico deve accertare la perfetta tenuta della canalizzazione.

Questo accertamento si effettua sottoponendo a pressione idraulica la canalizzazione stessa mediante riempimento con acqua del tronco da collaudare (di lunghezza opportuna, in relazione alla pendenza) attraverso il pozzetto di monte, fino al livello stradale del pozzetto a valle, o adottando altro sistema idoneo a conseguire lo stesso scopo.

4.2 TUBAZIONI IN PEAD PER LINEE DI TRASPORTO GAS

Materiale impiegato per le tubazioni interrate di trasporto gas con P < 5 bar, in particolare gas propano (GPL).

Tubazioni di polietilene alta densità, tipo PE100, di colore nero con bande gialle o arancioni estruse, per condotte interrate per la distribuzione di gas combustibile in pressione in tutto rispondenti alla norma UNI EN 1555-2. Prodotti da azienda dotata dei seguenti sistemi di gestione: QUALITÀ secondo UNI EN ISO 9001:2015 AMBIENTE secondo UNI EN ISO 14001:2015 SICUREZZA secondo BS OHSAS 18001:2007 che dovranno essere certificati e validati da ente terzo accreditato. Il prodotto dovrà recare per esteso: il marchio di conformità, riferito alla normativa di costruzione, 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), e tutti gli altri elementi previsti dalla norma.

4.3 TUBAZIONI IN ACCIAIO INOX AISI304L PER FLUIDI

Materiale utilizzato per tubazioni fuori terra di trasporto di liquidi (refluo o fango attivo) e aria compressa.

Le prescrizioni riportate nel seguito riguardano in linea generale i tubi in acciaio inossidabile destinati al trasporto di acqua, liquami e scarichi in genere e 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 2.

Tabella 2: Diametri e spessori per tubazioni in acciaio inossidabile

Diametro tubazione	Spessore minimo (mm)
DN15 ÷ DN80	2.00
DN100 ÷ DN500	3.00
> DN500	4.00

4.3.1 Calcoli statici

Il calcolo statico dei singoli elementi della tubazione (tubi e pezzi speciali) dovrà essere eseguito considerando le massime sollecitazioni a cui saranno sottoposti gli elementi stessi nelle più onerose condizioni di esercizio e di prova in opera.

Le sollecitazioni da determinare, a tubazione vuota ed a tubazione piena, saranno quelle massime indotte dal sovrapporsi degli effetti, opportunamente considerati come agenti dovuti simultaneamente alle seguenti cause:

- sollecitazioni di carattere normale:

- massima pressione di esercizio, pari a quella a cui sarà sottoposta la tubazione;
 - peso proprio della tubazione e peso dell'acqua in essa contenuta;
 - carico esterno del terreno di rinfianco e di ricoprimento per l'altezza massima e minima prevista sulla generatrice superiore del tubo. Si assumeranno di norma i seguenti valori, quale peso specifico del terreno il valore medio di 1600 kg/mc e quali altezze di ricoprimento rispettivamente: massima di metri 4 e minima di metri 1,50;
 - sovraccarico mobile esterno dovuto al passaggio di un trattore agricolo, dal peso di 10 tonnellate;
- b) sollecitazioni di carattere saltuario:
- massima pressione di prova in opera, pari a quella di esercizio incrementata di 10 atm;
 - variazioni termiche, a tubazione sia vuota sia riempita con acqua a 10°C, da prevedersi sia nel caso di condotta scoperta sia interrata;
- c) sollecitazione di carattere eccezionale:
- sovraccarico mobile esterno dovuto al passaggio del più oneroso carico previsto tra gli schemi indicati nella circolare n. 384 del 14 febbraio 1961 del Consiglio Superiore dei LL.PP.
 - depressione pari ad 1 atm nell'interno della condotta, provocata dal mancato funzionamento delle valvole di rientrata d'aria.

Nelle condotte interrate le sollecitazioni dovute ai carichi esterni debbono essere determinate tenendo conto, secondo la teoria di De Saedeller, della deformabilità dei tubi e della reazione laterale del terreno, assumendo quale coefficiente di reazione un valore pari a $K = 2$.

La spinta esterna verticale del terreno di ricoprimento deve essere valutata mediante l'esperienza di Marston per il carico totale agente verticalmente su tubi flessibili interrati in trincea, assumendo quale coefficiente K quello che risulta dal diagramma dello stesso Marston per le altezze di ricoprimento massime e minime (curva C per terreni compatti), quale larghezza B della trincea il valore $D+0,60-0,80$ e ripartendo il carico totale su un arco di tubo di 90 gradi.

La spinta esterna verticale prodotta dal sovraccarico accidentale deve essere valutata mediante l'espressione data da Bousinesq per la distribuzione di carichi nel terreno.

Potrà essere prevista una reazione di appoggio del terreno ripartita uniformemente su un arco di 90 gradi.

Nelle condotte all'aperto si dovrà tener conto delle sollecitazioni prodotte dai vincoli fissi o mobili, assumendo i seguenti coefficienti di attrito:

- appoggi striscianti su superfici metalliche $f = 0,4$;
- giunti di dilatazione $f = 0,3$;

Nella verifica di stabilità dei singoli elementi della tubazione si assumeranno i seguenti gradi di sicurezza riferiti al carico unitario di snervamento del materiale usato:

- per la massima sollecitazione di carattere normale: 2;
- per la massima sollecitazione di carattere saltuario: 1,5;
- per la massima sollecitazione di carattere eccezionale: 1,3;

Dovrà inoltre effettuarsi la verifica alla instabilità elastica, secondo la formula (187) del Timoschenko - Scienza delle Costruzioni - vol. II, per tubo scoperto soggetto a depressione interna di 1 atm, assumendo grado di sicurezza 1,30.

Il calcolo statico sviluppato secondo le indicazioni sopra riportate dovrà essere sottoposto all'approvazione della Direzione Lavori prima di dar corso alla costruzione dei tubi e pezzi speciali.

4.3.2 Scarico, maneggio, trasporto, sfilamento dei tubi

Onde evitare danni alle testate dei tubi od al loro rivestimento, lo scarico ed il maneggio di questi, per diametri superiori al diametro 150 mm, dovranno essere eseguiti con l'impiego di fasce o di briglie atte ad agganciare il tubo alle estremità.

Detti accessori dovranno essere di tipo approvato dalla Direzione Lavori Non è permesso lo scarico dei tubi facendoli rotolare direttamente dagli autocarri.

In caso di trasferimenti di tubi già accatastati o sfilati, il maneggio degli stessi dovrà essere effettuato con le stesse modalità di cui sopra.

Per l'accatastamento dei tubi fasciati dovranno essere impiegati, sia sul terreno che fra i diversi strati di tubi, listelli di legno di dimensioni e numero sufficienti a garantire l'integrità del rivestimento.

Per diametri uguali o superiori ai 300 mm, le cataste potranno al massimo essere costituite da tre strati.

Il trasporto e lo sfilamento dovranno essere effettuati con mezzi idonei ad evitare danni alle testate, ovalizzazioni o ammaccature al tubo e lesioni al suo rivestimento.

È vietato lo slittamento e il trascinarsi dei tubi. L'appaltatore sarà responsabile dello smistamento dei tubi in relazione al loro diametro, spessore e tipo di rivestimento come precisato dal progetto o dalle particolari disposizioni emanate dalla Direzione Lavori.

Ogni spostamento di tubi risultante dall'inosservanza di quanto sopra sarà a carico dell'appaltatore.

4.3.3 Pulizia dei tubi, verifica e preparazione delle testate

Prima dell'allineamento per la saldatura, il tubo dovrà essere pulito internamente con scovoli atti a rimuovere tutto lo sporco ed ogni frammento che possa disturbare o danneggiare l'installazione.

La medesima operazione di pulizia dovrà essere fatta alle valvole ed agli altri pezzi speciali.

Alla fine di ogni giorno di lavoro le estremità della linea in costruzione dovranno essere chiuse con un fondello metallico di tipo approvato dalla Direzione Lavori, tale da impedire l'entrata di acqua e di corpi estranei nella tubazione sino alla ripresa del lavoro.

Per tubi di diametro superiore a \varnothing 300 mm tale fondello dovrà essere applicato tutte le volte che l'estremità libera di una qualsiasi tubazione verrà lasciata incustodita e dovrà essere del tipo che esiga una apposita attrezzatura per essere rimossa (es. puntato a saldatura o bloccato a pressione).

Le testate dei tubi dovranno essere perfettamente ripulite da vernici, grassi, bave, terra, ecc. con un metodo approvato dalla Direzione Lavori, in modo da evitare difetti nell'esecuzione delle saldature.

Prima dell'accoppiamento le testate dei tubi dovranno essere, a cura dell'appaltatore, controllate al fine di verificare che le ovalizzazioni siano contenute entro le tolleranze qui riportate:

Tolleranza sul diametro esterno:

- La tolleranza è del $\pm 1\%$ con un minimo di $\pm 0,5$ mm e, per tubi senza saldatura con $\varnothing 700$, del $\pm 1,5\%$.
- In funzione del tipo di giunto, previo accordo all'ordinazione, possono essere prescritte, per una lunghezza delle estremità calibrate non minore di 100 mm, le tolleranze seguenti:
+1,6 mm per tubi con $\varnothing < 250$;
- 0,4÷+2,5 mm per tubi con $\varnothing > 250$

A giudizio della Direzione Lavori eventuali difetti non contenuti nella tolleranza, potranno essere riparati a cura e spese dell'appaltatore utilizzando martelli od altri utensili di bronzo od ottone.

I difetti che non potranno essere riparati saranno eliminati tagliando la parte difettosa.

I tubi non corrispondenti alle specifiche norme ed aventi difetti superficiali non riparabili dovranno essere scartati con l'approvazione della Direzione Lavori e formeranno oggetto di segnalazione scritta alla Committente.

Tutti i tagli che dovranno essere effettuati saranno fatti secondo un piano normale all'asse del tubo ed eseguiti esclusivamente con apposita apparecchiatura.

Il bordo del taglio dovrà essere rifinito ed aggiustato con l'uso di una mola o mediante lima.

4.3.4 Curve

La posizione e le caratteristiche geometriche di ogni curva, prefabbricata o non, dovranno essere rispondenti al progetto. In caso contrario prima del montaggio dovrà essere ottenuta, caso per caso, l'approvazione della Direzione Lavori.

È ammesso il montaggio di curve costruite a freddo con idonea macchina piegatubi e rispondenti alle seguenti specifiche:

- l'ovalizzazione, intesa come differenza fra il diametro massimo e minimo, non dovrà essere superiore al 2,50% del diametro nominale;
- l'ovalizzazione potrà essere controllata mediante un calibro costituito da due dischi in lamiera di diametro uguale al 97,5% del diametro interno nominale del tubo accoppiati rigidamente ad una distanza pari ad un diametro;
- il raggio di curvatura non dovrà essere minore di 5 volte il diametro esterno della condotta;
- ogni tubo che presenterà ammaccature, rotture od altri segni evidenti di danni in seguito all'operazione di curvatura, dovrà essere sostituito a cura e spese dell'appaltatore.

4.3.5 Pozzetto di ispezione con tappo a vite

Il sistema di scarico è composto da tubi e raccordi in polipropilene grigio (RAL 7037) autoestinguenti (classe B1) secondo la norma DIN 4102, con giunzioni ad innesto dotate di guarnizioni elastomeriche monolabbro preinserite.

Tubi e raccordi del tipo ad innesto con bicchiere e guarnizione di tenuta in elastomero, adatti a scaricare in continuo acque reflue ad una temperatura massima di 95°C e con pH compreso tra 2 e 12 compatibilmente alla ISO TR 10358.

Dimensionamento a norma e corretta posa

Il sistema di scarico idrico in polipropilene rientra nella categoria di prodotti impiegati per impianti di deflusso delle acque reflue a bassa ed elevata temperatura e ventilazione del sistema di scarico, come descritto nella norma tecnica di riferimento UNI EN 12056-2:2001 per la progettazione ed il calcolo. La stessa norma, alla parte 3, definisce i criteri per la progettazione ed il calcolo dei sistemi di evacuazione delle acque meteoriche all'interno degli edifici, per i quali il sistema è omologato. Per quanto il sistema composto da tubi e raccordi speciali offra notevoli vantaggi tecnici, pratici ed economici, è importante per gli installatori conoscere e mettere in pratica le nozioni di base di corretta posa indicate nel manuale tecnico a corredo del sistema. All'interno della sezione PROGETTARE di questo sito, dove si parla di ISOLAMENTO ACUSTICO è comunque possibile trovare queste informazioni.

Campi d'Impiego

Il sistema di scarico è idoneo al trasporto di acque fredde, calde (95°C con flusso continuo) e di fluidi aggressivi (vedi catalogo tecnico per dati di resistenza agli agenti chimici) all'interno di fabbricati civili ed industriali.

Dati Tecnici:

- Interno Bianco
- Triplo Strato
- Materiale Autoestinguente
- Guarnizione Mono Labbro
- Non tossicità (classe E) in accordo con la norma EN13501.
- Resistenza ai cicli di alta temperatura fino a 95°C per scarichi in accordo con la norma EN1055.
- Resistenza delle guarnizioni e della tenuta del sistema secondo le norme EN681 e EN1054.
- Tubazione nei diametri: 32-40-50-75-90-110-125-160 singolo e doppio bicchiere. Lunghezze da 15cm a 3m.
- Raccordi: Curva 15°-30°-45°-67°30"- 87°30"; Derivazioni e derivazioni ridotte: 45°- 67°30"- 87°30";

- Accessori: Derivazioni doppie; Derivazioni a scagno; Ispezioni con tappo; Tronchetto; Manicotti; Bicchieri; Riduzioni; Aumenti; Manicotto bicchieratore; Manicotto tecnico; Curva tecnica; Curve WC, Sifoni; Pozzetti a pavimento; Raccordi di passaggio PVC-PP e PP-PVC; Gamma completa di accessori di collegamento

4.3.6 Saldatura elettrica

Specifiche delle saldature

Le saldature su tubi del diametro di 100 mm ed oltre dovranno essere fatte mediante un processo manuale ad arco secondo la regolamentazione stabilita dalle "Norme API Standard 1104 per saldature delle condotte" e dalle "Norme per l'esecuzione in cantiere ed il collaudo delle giunzioni circonferenziali mediante saldatura dei tubi d'acciaio per condotte d'acqua" redatte dalla Sottocommissione Saldatura Tubi in Acciaio.

Forniture ed attrezzature per le saldature

L'appaltatore sarà tenuto a fornire tutte le attrezzature per la saldatura ivi compresi gli elettrodi conformi alle specifiche. Tutti gli elettrodi impiegati dovranno essere di tipo approvato dalla Direzione Lavori in accordo con le norme API 1104.

Nell'esecuzione della saldatura, i valori di tensione e di corrente saranno conformi a quanto raccomandato per ogni tipo di elettrodo impiegato.

Gli elettrodi verranno immagazzinati ed usati in accordo con le norme API 1104.

A giudizio della Direzione Lavori verranno scartati quelli che presentino segni di deterioramento.

Procedimento di saldatura - La procedura di saldatura dovrà essere definita a soddisfazione della Direzione Lavori.

Il numero delle passate richieste dipenderà dallo spessore del tubo e non sarà minore di tre inclusa la prima; due passate contigue non dovranno essere iniziate nel medesimo punto.

Alla fine di ogni passata la saldatura dovrà essere pulita e raschiata da tutte le incrostazioni onde permettere un costante controllo visivo da parte della Direzione Lavori, che dovrà approvare il proseguimento dei lavori relativi all'esecuzione delle passate successive.

Tale controllo verrà eseguito in modo da non pregiudicare, nei limiti del possibile, l'andamento dei lavori di montaggio. La prima passata dovrà risultare piena, con una completa penetrazione sui bordi e preferibilmente con una piccola quantità di rinforzo alla base.

Completata la saldatura, questa dovrà essere pulita da tutte le scorie e dal materiale ossidato onde permettere una ispezione visiva.

Il tratto di tubazione saldato solo con la prima e la seconda passata dovrà essere limitato ad un massimo di 1000 ml alla fine di ogni giorno di lavoro, purché espressamente permesso dalla Direzione Lavori.

In nessun caso una saldatura dovrà essere limitata alla prima sola passata.

In caso di cattivo tempo l'esecuzione delle saldature dovrà essere protetta dalla pioggia e dal vento e nessuna saldatura verrà eseguita a tubo umido, a meno che i giunti da saldare non vengano preriscaldati fino ad evaporazione dell'umidità.

Per tutte le operazioni di saldatura nessuna deroga sarà ammessa alle norme API 1104, né l'appaltatore, in nessun caso, sarà sollevato dalle responsabilità e dagli oneri derivanti dall'inosservanza di questa prescrizione.

Qualora da parte di Enti od Autorità preposte al controllo dei lavori fossero imposte norme più restrittive, l'appaltatore sarà tenuto ad uniformarsi a tali prescrizioni

Preriscaldamento - L'appaltatore dovrà provvedere al preriscaldamento delle estremità dei tubi e dei raccordi, con le modalità fissate nella procedura per la saldatura di cui al precedente paragrafo, quando richiesto dalla Direzione Lavori

In particolare, il preriscaldamento è richiesto quando la temperatura ambiente sia inferiore ai 4°C e per l'esecuzione delle saldature relative alla messa in opera delle valvole d'intercettazione e dei pezzi speciali aventi spessori diversi da quelli della tubazione.

Tipi e sezioni degli elettrodi - Tutti gli elettrodi saranno strettamente conformi ai requisiti specificati nelle norme API 1104.

Il numero di classificazione del metallo di riempimento, la misura degli elettrodi usati per ciascuna passata, il numero e l'intervallo di tempo fra le passate ed il numero dei saldatori operanti simultaneamente sui vari punti, dovranno essere strettamente in accordo con la qualifica di procedura riguardante la saldatura di cui alle norme suddette.

Qualifica dei saldatori - Potranno effettuare giunzioni saldate solo i saldatori qualificati con i procedimenti descritti nelle norme API 1104 e dalle tabelle UNI 4633.

La Committente potrà richiedere che la qualifica venga esibita alla presenza di un suo rappresentante.

A ciascun saldatore qualificato l'appaltatore fornirà un documento riportante la data, i risultati della prova di qualifica ed il contrassegno di riconoscimento (numero d'identificazione).

Il saldatore sarà tenuto ad esibire detto documento ad ogni richiesta della Direzione Lavori, la quale si riserva il diritto di prelevare, a cura e spese dell'appaltatore, una saldatura per ogni saldatore al fine di controllarne la capacità dichiarata dall'appaltatore.

L'appaltatore sosterrà tutte le spese dei tagli, delle sostituzioni e dei provini di collaudo connessi con tutte le prove di cui sopra.

Qualora Autorità ed Enti preposti per i controlli e la sicurezza delle saldature richiedessero di effettuare direttamente o con modalità diverse la qualifica dei saldatori, l'appaltatore sarà obbligato ad uniformarsi a tali disposizioni, assumendo a suo carico tutti gli oneri relativi.

Tale qualifica, a giudizio della Committente, potrà sostituire quella prevista in questo paragrafo.

Identificazione delle saldature - Prima dell'inizio dei lavori l'appaltatore consegnerà alla Direzione Lavori l'elenco nominativo dei saldatori che verranno impiegati.

Tale elenco sarà completo del numero di identificazione di cui al precedente paragrafo.

Ogni saldatore imprimerà sul tubo, in vicinanza delle saldature, il numero di identificazione consegnatogli nel modo seguente:

- i saldatori di prima passata apporranno, mediante punzone, il loro numero sulla tubazione in corrispondenza del punto iniziale della saldatura dopo che l'avranno eseguita;
- gli altri saldatori apporranno il loro numero nella stessa maniera sotto quello dei saldatori di prima passata e secondo l'ordine con cui verranno eseguite le successive passate.

Se un saldatore dovrà essere sostituito o allontanato il numero a lui assegnato sarà annullato.

È fatto espresso divieto di far operare in cantiere saldatori senza il preventivo benestare della Direzione Lavori. Le saldature effettuate da saldatori non espressamente accettati dovranno essere eliminate.

Ispezione e collaudo delle saldature in cantiere - La Committente, direttamente od attraverso la Direzione Lavori, avrà la facoltà di controllare che le saldature siano state eseguite in accordo con le norme esistenti e secondo le istruzioni date.

Controllo distruttivo delle saldature

La Committente o la Direzione Lavori avranno la facoltà di ordinare il prelievo di provini da sottoporre a prova distruttiva in ragione dell'1% delle saldature eseguite.

I prelievi ed il rifacimento delle saldature saranno eseguiti a cura e spese dell'appaltatore.

Qualora in eccedenza a quanto sopra stabilito vengano ordinati prelievi di altri provini, l'appaltatore dovrà provvedere al taglio ed al rifacimento della saldatura.

Gli oneri relativi a tali ultime operazioni saranno a carico della Committente in caso di esito positivo della prova ed a carico invece dell'appaltatore qualora la saldatura risultasse difettosa.

Le prove distruttive verranno eseguite in conformità della procedura prevista dalle norme API 1104.

Controllo non distruttivo delle saldature

Le prove non distruttive potranno venire eseguite a cura di Ditte specializzate ed a carico dell'appaltatore, su incarico della Committente o dell'Appaltatore, sia con ultrasuoni che con metodo radiografico o con entrambi a richiesta della Committente, in relazione al tipo di giunto.

Gli esiti del controllo dovranno essere comunicati con tempestività alla Direzione Lavori, onde evitare, nei limiti del possibile, ritardi nell'avanzamento delle operazioni di saldatura.

Tutta la documentazione riguardante i controlli non distruttivi dovrà, in ogni momento, essere a disposizione della Direzione Lavori

Le saldature denunciate difettose al controllo con ultrasuoni dovranno essere sottoposte a controllo radiografico al fine di accertare la natura del difetto.

Il controllo radiografico verrà eseguito mediante raggi X od altro metodo a facoltà della Committente ed applicando i criteri di accettabilità contenuti nelle norme API 1104.

Il controllo verrà effettuato come sotto specificato:

- su 10 o 50 saldature complete, scelte dalla Direzione Lavori su un gruppo di 100 contigue, a seconda che si tratti di controllo radiografico o con ultrasuoni;
- su 20 o 100 saldature complete, scelte dalla Direzione Lavori su un gruppo di 100 contigue, quando vengano messi in opera tubi di recupero ed a seconda che si tratti di controllo radiografico o con ultrasuoni.

Per ogni saldatura controllata radiograficamente, che in base alle succitate norme dovrà essere tagliata, i controlli radiografici verranno estesi ad altre 5 saldature complete scelte dalla Direzione Lavori, e così di seguito.

Il relativo onere sarà a carico dell'appaltatore.

Le percentuali sopra indicate si riferiscono a tubazioni posate in zone non urbane.

Per tubazioni da posare in città o comunque in zone a carattere particolare potranno essere richieste percentuali maggiori di quelle suddette.

Saranno inoltre soggette a controllo radiografico, in quanto obbligatoriamente dovranno essere eseguite di testa:

- tutte le saldature di collegamento escluse dal precollaudo o dal collaudo idraulico;
- tutte le saldature degli attraversamenti fluviali subalveo;
- tutte le saldature degli attraversamenti ferro-tranviari e di strade statali e comunque tutte le saldature che, in opera, saranno chiuse entro tubi e cunicoli di protezione;
- tutte le saldature dei pezzi speciali, ivi compresi le curve prefabbricate, i pezzi a T e i raccordi tra i diametri e spessori nominali diversi;
- tutte le saldature connesse all'inserimento dei piatti di prova per il collaudo ad alta pressione;
- a discrezione della Direzione Lavori, le saldature di altri attraversamenti di particolare importanza.

Accettabilità, taglio e riparazioni delle saldature - I criteri di accettabilità saranno, di regola, quelli contenuti nelle norme API 1104.

La Committente si riserva la facoltà di seguire eventuali altri criteri assumendo a proprio carico le relative spese.

Nel taglio delle saldature non accettabili il ricollegamento della colonna sarà fatto inserendo un tronchetto di lunghezza non inferiore a 50 cm o spostando un tronco di colonna saldata fino alla giusta posizione; le saldature ripetute dovranno essere di nuovo radiografate e le spese relative saranno a carico dell'appaltatore.

Tutte le operazioni inerenti all'eliminazione delle saldature classificate non accettabili e le riparazioni delle saldature difettose verranno eseguite a cura e spese dell'appaltatore con l'approvazione della Direzione Lavori e comunque in accordo con le norme API 1104.

Precollaudo - Prima di rivestire e posare la tubazione, le saldature verranno sottoposte a prove di tenuta con aria compressa alla pressione di 7 atm.

La tenuta verrà controllata, quando il tronco sarà sotto pressione, ricoprendo esternamente ogni saldatura del tronco con soluzione di acqua e sapone e martellando la saldatura stessa con adatto martello.

Le saldature che presenteranno una qualsiasi perdita verranno tagliate, rifatte e controllate radiograficamente secondo quanto previsto in precedenza, a cura e spese dell'appaltatore.

Le saldature di collegamento dei tronchi di linea non saranno sottoposte a precolloaudo.

4.3.7 Rivestimento delle tubazioni (rivestimento in vetroflex pesante)

Tutte le tubazioni in acciaio inox interrate devono essere fornite con rivestimento esterno bituminoso di tipo "pesante" (vetroflex), realizzato con le seguenti modalità:

- accurata pulizia della superficie fino al completo asporto di qualsiasi traccia di materiali estranei (prodotti dell'ossidazione, sostanze grasse, oleose, ecc.);
- imprimitura con una o più mani di vernice bituminosa (ottenibile sciogliendo 45 parti di bitume fuso) di spessore non inferiore a 2 mm, continuo per tutta l'estensione della superficie da rivestire e comprendente anche una parte (non inferiore a 20 cm) del rivestimento esistente onde favorire il perfetto aggrappaggio e la continuità del nuovo rivestimento;
- fasciatura elicoidale di tessuto in fibra di vetro (VETROFLEX) impregnato di bitume fuso a caldo, con sovrapposizione minima tra uno strato ed il successivo del 25%, in più strati, fino a raggiungere uno spessore totale del rivestimento bituminoso protettivo di almeno 8 mm.

Nella tabella seguente si riportano per ogni diametro nominale i pesi minimi dei rivestimenti esterni per metro lineare del tubo:

Tabella 3: Pesì minimi dei rivestimenti esterni per tubazioni in acciaio inossidabile

Diametro nominale	Peso del rivestimento in vetroflex pesante (kg/m)
40	0,95
50	1,18
65	1,50
80	1,94
100	2,50
125	3,32
150	4,00
200	5,68
250	7,08
300	8,40
350	10,0
400	11,4
450	15,0
500	16,7
600	23,1
800	32,6

4.3.8 Rivestimento dei giunti (fascia termorestringente – Superflex)

Il rivestimento di tratti di condotta interrata interessate da giunzioni potrà essere eseguito sia in cantiere che in linea, e le modalità della sua esecuzione dovranno ottenere l'approvazione della Direzione Lavori.

Il rivestimento delle tubazioni nude e dei giunti sarà normalmente così eseguito:

- Il nastro termorestringente va applicato su superficie pulita ed esente da oli, grassi, ruggine; a seconda dei casi potrà essere richiesta dalla Direzione Lavori anche la pulizia con spazzole a mano o con mola meccanica; durante la pulizia verrà eseguita una accurata ispezione della superficie del tubo per accertare eventuali danneggiamenti quali incisioni, ammaccature, ecc. I danni riscontrati dovranno essere riparati a cura e spese dell'appaltatore. L'appaltatore dovrà inoltre prendere ogni precauzione al fine di evitare che il tubo venga a contatto col terreno e comunque sporcato da olio, grasso, fango od altro.
- La superficie della tubazione dovrà risultare perfettamente asciutta; la porzione di tubo su cui va applicato il nastro termorestringente (metallo nudo e rivestimento pre-esistente) deve essere preriscaldato con bruciatore a propano alla temperatura di 60 °C circa per favorire una corretta adesione del mastice.
- Rimuovere la carta separatrice ed iniziare ad avvolgere il nastro termorestringente a spirale con sovrapposizione del 50% attorno al tubo evitando di contaminare con polvere o sporco il mastice adesivo. Il nastro va applicato per circa 20-25 cm anche sul rivestimento di fabbrica pre-esistente al fine di garantire l'assoluta continuità del rivestimento anticorrosivo;
- Il nastro va applicato a spirale con sovrapposizione del 50% e sotto leggera tensione per migliorare l'adattabilità alla superficie da rivestire; in caso di rottura della fascia o di cambiamento di bobina, la ripresa sarà eseguita con un ricoprimento pari ad almeno un intero avvolgimento.
- Riscaldare la parte terminale del nastro termorestringente sino a che si osserva un rammollimento del mastice; quindi, tramite una mano guantata premere il lembo terminale del nastro alla superficie;
- Riscaldare il nastro termorestringente per tutta la sua lunghezza partendo da una estremità e procedendo verso l'altra in maniera uniforme e lungo tutta la circonferenza del tubo. Il riscaldamento è da intendersi concluso in corrispondenza della parziale fuoriuscita del mastice adesivo dalle estremità della fasciatura.

Controllo del rivestimento

Il controllo del rivestimento è a cura e spese dell'appaltatore ed alla presenza della Direzione Lavori verranno eseguiti controlli al rivestimento con le modalità appresso indicate.

Sistematicamente ed immediatamente prima della posa verrà effettuato su tutto il rivestimento un controllo mediante un rilevatore a scintilla (detector) munito di spazzola di tipo appropriato ed approvato dalla Direzione Lavori.

La tensione di prova dovrà avere un valore compreso fra 10000-15000 Volts.

La Direzione Lavori avrà inoltre la facoltà di procedere al prelievo di campioni del rivestimento per le necessarie verifiche.

I tasselli, delle dimensioni di cm 10x10 circa, saranno prelevati dopo che il rivestimento avrà raggiunto la temperatura ambientale, mediante una netta incisione perimetrale, in ragione massima di 10 ogni km ed almeno tre di essi saranno prelevati sulla parte inferiore della condotta.

Qualora vengano riscontrati difetti la Direzione Lavori avrà la facoltà di aumentare il numero dei prelievi a sua discrezione. L'esame dei campioni dovrà accertare che:

- lo spessore del rivestimento sia compreso entro i limiti precedentemente stabiliti;
- gli strati delle differenti componenti del rivestimento si presentino nella successione e secondo gli spessori prescritti;
- il velo di vetro si trovi completamente immerso nello smalto bituminoso e non sia mai a contatto con la tubazione;
- il tassello prelevato ed i bordi dello stesso non presentino scollature e superfici nette di separazione tra rivestimento e strato di vernice di fondo o tra questa e la superficie metallica della tubazione;
- non esistano tracce di depositi carboniosi provocati da surriscaldamento delle miscele bituminose nelle caldaie.

Riparazioni del rivestimento

Quando la natura e l'estensione dei difetti del rivestimento, riscontrati durante i controlli, siano tali da compromettere a giudizio della Direzione Lavori le sue funzioni protettive, la tratta di condotta dovrà essere interamente scorticata e ripulita accuratamente prima di procedere al rifacimento stesso con fascia termorestingente Superflex; quanto sopra a cura e spese dell'Appaltatore.

In ogni altro caso, i difetti saranno riparati alla presenza della Direzione Lavori e secondo le direttive della stessa, sempre a cura e spese dell'Appaltatore, adottando tutti gli accorgimenti ritenuti necessari per ottenere la sua perfetta efficienza.

L'attività di controllo della Direzione Lavori sarà coordinata con le operazioni dell'appaltatore in modo da evitare, nei limiti del possibile, che le operazioni di fasciatura e di riparazione o rifacimento del rivestimento subiscano ritardi.

4.3.9 Certificazione

I risultati delle prove di collaudo devono essere registrati e forniti come certificazione nei confronti dell'acquirente. Tutte le materie prime utilizzate, relativamente ad ogni lotto, devono essere accompagnate all'atto della fornitura da un certificato di analisi (con le prove inerenti le caratteristiche fisico-chimiche principali). Tale certificazione deve essere trasmessa dal rivenditore all'acquirente.

4.4 TUBAZIONI IN ACCIAIO INOSSIDABILE (AISI 304L) PER GAS

Materiale utilizzato per tubazioni fuori terra di trasporto di gas propano (GPL).

Le prescrizioni riportate nel seguito riguardano in linea generale i tubi in acciaio inossidabile destinati al trasporto fuori terra di gas. I tubi da utilizzare saranno in acciaio inox AISI 304L, con caratteristiche non inferiori a quanto prescritto dalle norme UNI 10682:2022 "Centrali di GPL per reti di distribuzione - Progettazione, costruzione, installazione, collaudo ed esercizio", UNI EN 1594, UNI EN 12007-1, UNI EN 12007-3.

Il sistema gas dovrà essere progettato, fornito, costruito e collaudato in conformità alle normative e alle specifiche tecniche di seguito riportate.

- D.M. 17 aprile 2008 'Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto di gas naturale con densità non superiore a 0,8'.
- D.M. 16 aprile 2008 'Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e dei sistemi di distribuzione e di linee dirette del gas naturale con densità non superiore a 0,8'.

Le corrispondenti saldature di congiunzione le curve, i gomiti, i pezzi a T, le flange, altri pezzi speciali, saranno realizzati in acciaio inox del medesimo tipo delle tubazioni e con lo stesso grado di resistenza. I pezzi di fissaggio dovranno prevedere l'isolamento elettrochimico con guarnizione in isolante.

FLANGE: UNI EN 1092-1 PN 16

Di seguito si riporta la classificazione delle condotte in funzione della pressione massima di esercizio e gli spessori minimi.

Classificazione condotte	Pressione massima di esercizio (MOP)
1a specie	MOP > 24 bar
2a specie	12 bar < MOP ≤ 24 bar
3a specie	5 bar < MOP ≤ 12 bar
4a specie	1.5 bar < MOP ≤ 5 bar
5a specie	0.5 bar < MOP ≤ 1.5 bar
6a specie	0.04 bar < MOP ≤ 0.5 bar
7a specie	MOP ≤ 0.04 bar

Diametro tubazione	Spessore minimo parete
DN < 30	1.80 mm
DN 30-65	2.30 mm
DN 65-160	2.60 mm
DN 160-325	3.50 mm
DN 325-450	4.50 mm

Diametro tubazione	Spessore minimo parete
DN < 30	1.80 mm
DN 30-65	2.30 mm
DN 65-160	2.60 mm
DN 160-325	3.50 mm
DN > 450	1% del De

4.5 TUBAZIONI AERULICHE PER ASPIRAZIONE ARIA ESAUSTA IN ACCIAIO INOX AISI304L

Canali a sezione circolare realizzati in acciaio inox AISI 304L per formazione condotte di aspirazione e mandata di aria ambiente. Spessori minimi pari a quelli indicati dalla norma UNI EN 12237, secondo quanto riportato in Tabella 1.

Tabella 1: Spessori minimi per i canali in AISI304L degli impianti aerulici

Diametro (mm)	Spessore minimo (mm)
Ø ≤450	0.80
Ø 500-800	1.00
Ø 900-1250	1.20
Ø 1400-1600	1.50

Sono compresi nella fornitura le bocchette di ripresa a portata regolabile in acciaio inox AISI304, dotate di sistema di regolazione della portata a grado di apertura visibile anche da montata, guardie idrauliche per lo scarico delle condense e tutti i raccordi tra i collettori di diversa dimensione, gli staffaggi e i supporti necessari per realizzare l'intera rete di canalizzazioni sulla base degli elaborati di progetto.

Modalità costruttive

Al fine di garantire la minore perdita di carico possibile si dovrà avere cura di ottenere una superficie interna delle canalizzazioni liscia e priva di ostacoli. Le giunzioni dei raccordi speciali saranno eseguite mediante graffatura o elettro-puntatura, e rese ermetiche mediante sigillatura con mastici incombustibili ad elevate caratteristiche di elasticità, di resistenza meccanica e di durata nel tempo.

Accoppiamenti – giunzioni trasversali

Tutti i raccordi saranno realizzati in modo tale da poter essere innestati agevolmente nei tubi di diametro corrispondente. L'accoppiamento con gli spezzoni dritti sarà realizzato per mezzo di condotti in lamiera di acciaio con nervatura a "V" rovesciata. Questi saranno utilizzati come nipples introducendoli alle estremità di ciascuna coppia di tronchi da collegare. Per canalizzazioni con

diametro superiore ai 150 mm, gli accoppiamenti saranno flangiati ed eseguiti mediante flange piatte incartellate, in acciaio zincato a bagno.

Staffaggi

Le tubazioni verranno sostenute mediante staffaggi realizzati in profilati di acciaio zincato a bagno caldo.

Tenute e sigillature/condense

L'attraversamento di pareti e pavimenti verrà realizzato tramite un'interposizione con materiale elastico. I canali saranno costruiti con curve ad ampio raggio per facilitare il flusso dell'aria. I canali verranno sigillati con mastice nelle guarnizioni e nei raccordi per ottenere una perfetta tenuta d'aria. Tutti i tronchi dei canali principali, a valle di ogni serranda di taratura avranno delle aperture, con chiusura ermetica, per permettere la misurazione delle portate d'aria.

La scarico condensa dovrà essere previsto:

- Sulla canalizzazione principale ogni 20 metri per tratti di canalizzazione superiore uguale ai 40 m.; per tratti inferiori sarà sufficiente un solo scarico da posizionare nel punto più basso;
- Sulle canalizzazioni secondarie, sarà sufficiente un solo scarico da posizionare nel punto più basso;
- Per altri casi non previsti sopra, prevedere sempre un scarico condensa in quei punti dove è molto probabile il ristagno di acqua di condensa internamente al canale (es.: raccordo a T nel punto più basso del circuito di aspirazione, ecc....).

4.6 TUBAZIONE IN ACCIAIO BITUMATO

Materiale utilizzato per i tratti di tubazioni di trasporto fanghi nella zona sottostante il nuovo ispessitore statico.

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.

4.7 TUBAZIONI IN PVC-U

Tubazioni in PVC rigido per fognatura e scarichi interrati non in pressione, conformi alla norma europea UNI EN 1401-1, classe di rigidità SN8 SDR34: Materiale utilizzato per i tratti interrati di trasporto liquidi non in pressione (rete interna di drenaggio).

4.7.1 Generalità

Le tubazioni in cloruro di polivinile duro, esente da plastificante a cariche inerti ed aggiuntivi, dovranno essere del tipo per il convogliamento di acque luride o acque meteoriche, con funzionamento a pelo libero, con assemblaggio a bicchiere, tenuta con guarnizioni a labbro e rinfianco in calcestruzzo.

4.7.2 Normativa

Le tubazioni saranno realizzate con riferimento alle seguenti normative:

- Normativa europea: EN 1401;
- Caratteristiche dimensionali delle tubazioni: VSM 18305;
- Canalizzazioni in PVC duro, rinfiancate in calcestruzzo. Specificazioni generali: VSM 18332;
- Raccorderia in materiale termoplastico PVC rigido. Guarnizioni stagne: SN 218321;
- Tubi e raccordi in PVC rigido per condotte di scarico interrate: DIN 19534;
- Tubi e placche in PVC rigido. Resistenza agli agenti chimici: DIN 16929;
- Canalizzazioni: SIA 190;
- Tubi e raccordi in PVC rigido per condotte di scarico interrate: UNI 7447.

4.7.3 Caratteristiche fisico meccaniche della tubazione

- Denominazione: serie standard;
- Classe di rigidità: CR 0.5;
- Peso specifico: 1.4/1.5 kg/dm³;
- Carico di rottura a trazione: 470/500 Kg/cm²;
- Resistenza a compressione: 800 Kg/cm²;
- Resistenza a flessione: 800/850 Kg/cm²;
- Durezza Rockwell R: R100/120;
- Allungamento a snervamento: 5%;
- Temperatura di rammollimento: 80°C;
- Modulo elastico a trazione: 25.000/30.000 Kg/cm²;
- Coefficiente di dilatazione lineare: 6.10-5/°C;
- Assorbimento acqua: 0.10mg/cm²;
- Rigidità dielettrica: 25.000 V/mm;
- Conducibilità: 0.13 Kcal/mh°C

4.7.4 Tubi in PVC rigido e pezzi speciali

Fornitura di tubi in PVC (polivinilcloruro) per condotte fognarie, lisci internamente ed esternamente privi di ondulazioni, aventi classe di rigidità anulare SN = 8 kN/m² costruiti per garantire la rigidità anulare richiesta in conformità UNI 1401-1. Le tubazioni della fornitura saranno in barre della

lunghezza utile di 6 m corredate da bicchiere di giunzione e guarnizione inamovibile in gomma a tenuta idraulica quest'ultima conforme alla normativa UNI EN 681-1. Ogni tubo porterà impresso in modo indelebile le seguenti caratteristiche, il nome commerciale, la data di produzione, il diametro esterno del tubo, la classe di rigidità, il rapporto standard dimensionale e potranno essere in alternativa di colore rosso mattone RAL 8023 o grigio opaco RAL 7037.

I tubi saranno prodotti da Aziende operanti in regime di garanzia del Sistema Qualità secondo i principi della UNI EN ISO 9002, collaudati in stabilimento e sottoposti, secondo campionature, alla prova richieste dalla normativa di riferimento ed accompagnati da certificato di conformità alle norme di prodotto.

4.7.5 Raccordi

Fornitura di raccordi in PVC rigido con giunto a bicchiere e guarnizione in elastomero destinati al convogliamento di reflui di scarico denominati a pelo libero, per fognature civili, industriali o agricole, conformi alla norma UNI EN 1401 ottenuti per stampaggio da PVC esente da plastificanti.

4.7.6 Sistema qualità e certificazioni

Le ditte produttrici di tubi e raccordi dovranno essere in possesso di certificato di conformità alle norme UNI EN ISO 9000 rilasciato secondo UNI CEI EN 45012 da ente o istituto accreditato Sincert. Le ditte produttrici di tubi e raccordi dovranno rilasciare copia dei Certificati di Conformità del prodotto rilasciati secondo UNI CEI EN 45011 da ente o istituto terzo indipendente accreditato Sincert che attesti la conformità dei prodotti alla norma EN 13476/1 su tutta la gamma fornita.

4.7.7 Modalità di posa in opera e collaudo

L'impresa appaltatrice dovrà installare le tubazioni in base alle "Raccomandazioni di posa n° 3" dell'I.I.P. del 11/84 e alla norma ENV 1046.

Le tubazioni saranno montate da personale specializzato previa preparazione del piano di posa, conformemente ai profili prescritti. Eseguite le giunzioni si procederà al controllo della posizione altimetrica e planimetrica della condotta ed alle conseguenti eventuali rettifiche che saranno a totale carico dell'Appaltatore. Nell'interno ed in corrispondenza dei giunti i tubi dovranno essere perfettamente puliti; sarà evitata la loro posa in opera in presenza d'acqua o di fango e nel tubo non dovranno rimanere corpi estranei, sabbia, terra, sassi od impurità di sorta. In qualunque deviazione o curva, anche ad ampio raggio, sarà disposto un efficace ancoraggio della condotta per evitare gli spostamenti: tali lavori dovranno effettuarsi prima delle prove di tenuta. Durante la posa in opera dei tubi dovranno essere rispettate tutte le norme indicate nei disegni per la protezione passiva.

Le condotte verranno collaudate in opera in ottemperanza al Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 12/12/1985 e secondo quanto previsto dalla norma UNI EN1610. (si rimanda ad un capitolo successivo)

In seguito, vengono evidenziati gli aspetti principali della posa in opera delle tubazioni di PVC per fognature e l'importanza che essi assumono nel dimensionamento della tubazione.

4.7.8 Classifica degli scavi

In sede di progetto, il tipo di scavo da realizzare è strettamente connesso alla valutazione del carico, al tipo di terreno, alla squadra di operai che si intende utilizzare. Si riporta di seguito una classificazione in base agli elementi geometrici degli scavi normalmente utilizzati, evidenziandone le caratteristiche applicative.

Trincea stretta

È la migliore sistemazione nella quale collocare un tubo di PVC, in quanto viene alleggerito del carico sovrastante, riuscendo a trasmettere parte di esso al terreno circostante in funzione della deformazione per schiacciamento alla quale il manufatto è sottoposto.

Trincea larga

Il carico sul tubo è sempre maggiore di quello relativo alla sistemazione in trincea stretta. Per questo motivo, in fase di progettazione, si consiglia di partire, per questioni di sicurezza, da questa ipotesi.

Terrapieno (posizione positiva)

La sommità del tubo sporge sul livello naturale del terreno. L'assenza di fianchi, anche naturali, nello scavo ed il relativo cedimento del terreno, impediscono normalmente la possibilità di impiegare questo metodo nel caso di carichi pesanti.

Terrapieno (posizione negativa)

La tubazione è sistemata ad un livello inferiore a quello naturale del terreno. A motivo di una frizione piuttosto modesta in atto tra il materiale di riempimento sistemato a terrapieno ed i fianchi naturali dello scavo, il tubo può sopportare carichi leggermente superiori a quelli della posizione positiva, ma in ogni caso inferiore a quelli sopportabili nelle sistemazioni a trincea stretta ed a trincea larga.

4.7.9 Profondità della trincea

La profondità della trincea è determinata dalla pendenza da imporre alla tubazione e/o alla protezione che si intende fornire alla medesima. La profondità, in generale, deve essere maggiore di entrambi i seguenti valori:

$H \geq 1,0m$ e $H \geq 1.5D$ per tubi sotto traffico stradale o sotto terrapieno.

Negli altri casi sarà:

$$H \geq 0,5m \text{ e } H \geq 1,5D$$

4.7.10 Larghezza della trincea

È determinata dalla profondità di posa e dal diametro della tubazione, dovendo essere tale da consentire la sistemazione del fondo, la congiunzione dei tubi e naturalmente l'agibilità del personale. In ogni caso la trincea è tanto più efficiente quanto minore è la sua larghezza.

4.7.11 Fondo della trincea

È costituito da materiale riportato (normalmente sabbia), in modo da costruire un supporto continuo alla tubazione. Si consigliano, in quanto possibile, fondi costruiti da gettate di cemento o simili.

Predisporre, alle prevedibili distanze, opportune nicchie per l'alloggiamento dei giunti, in modo che anche questi siano opportunamente supportati. In questa operazione si deve controllare la pendenza della tubazione.

4.7.12 Letto di posa

Il letto di posa non deve essere costituito prima della completa stabilizzazione del fondo della trincea. In pratica il materiale 10-15 mm oppure di sabbia mista a ghiaia con diametro massimo di 20 mm. L'altezza minima del letto di posa è 0,10 m oppure $D/10$.

4.7.13 Posa del tubo

Prima di procedere alla loro posa in opera, i tubi devono essere controllati uno per uno per scoprire eventuali difetti. Le code, i bicchieri, le guarnizioni devono essere integre.

I tubi ed i raccordi devono essere sistemati sul letto di posa in modo da avere un contatto continuo con il letto stesso.

Le nicchie precedentemente scavate per l'alloggiamento dei bicchieri devono, se necessario, essere accuratamente riempite, in modo da eliminare eventualmente spazi vuoti e i bicchieri stessi.

4.7.14 Riempimento

Il riempimento della trincea ed in generale dello scavo è l'operazione fondamentale della posa in opera. Infatti, trattandosi di tubazioni di PVC e quindi flessibili, l'uniformità del terreno circostante è fondamentale per la corretta realizzazione di una struttura portante, in quanto il terreno, deformato dalla tubazione, reagisce in modo da contribuire a sopportare il carico imposto.

Il materiale già usato per la costruzione del letto verrà sistemato attorno al tubo e costipato a mano per formare strati successivi di 20-30 cm fino alla mezzera del tubo, avendo massima cura nel verificare che non rimangano zone vuote sotto al tubo e che il rinfiacco tra il tubo e parete dello scavo sia continuo e compatto.

Durante tale operazione verranno recuperate le eventuali impalcature poste per il contenimento delle pareti dello scavo.

Il secondo strato di rinfianco giungerà fino alla generatrice superiore del tubo. La sua compattezza dovrà essere eseguita sempre con massima attenzione. Il terzo strato giungerà ad una quota superiore per 15 cm a quella della generatrice più alta del tubo. La compattezza avverrà solo lateralmente al tubo, mai sulla sua verticale.

L'ulteriore riempimento sarà effettuato con il materiale proveniente dallo scavo, depurato dagli elementi con diametro superiore a 10 cm e dai frammenti vegetali ed animali.

Gli elementi con diametro superiore a 2 cm, presenti in quantità superiori al 30%, devono essere eliminati, almeno per l'aliquota eccedente tale limite. Le terre difficilmente comprimibili: torbose, argillose, ghiacciate, sono da scartare. Il riempimento va eseguito per strati successivi di spessore pari a 30 cm che devono essere compattati ed eventualmente bagnati per lo spessore di 1 m (misurato dalla generatrice superiore del tubo).

Nel caso in cui la posa della tubazione debba venire con ricoprimento inferiore agli 80 cm è prescritta la realizzazione dell'intero riempimento con sabbia.

4.7.15 Raccordi e collegamenti speciali

Lo sviluppo tecnologico nel settore delle materie plastiche ha permesso la produzione di un'estesa gamma di raccordi e pezzi speciali che consentono di risolvere tutti i problemi connessi alle tubazioni di PVC per fognature. Le loro dimensioni e le loro caratteristiche sono definite dalla normativa UNI EN 1401.

4.7.16 Collaudo

Dal punto di vista funzionale il collaudo deve verificare:

- 1) la deformazione diametrale;
- 2) la perfetta tenuta idraulica della tubazione

La norma tecnica UNI EN 1610 indica i requisiti per la costruzione e il collaudo di connessioni di scarico e collettori fognatura. Il metodo di seguito fornito è basato sul procedimento (collaudo con acqua) prescritto da questa norma. Alle estremità del tratto di condotta interessata (è raccomandabile che le estremità siano pulite preventivamente per consentire le migliori condizioni di prova), devono essere predisposti sistemi di tenuta della pressione (ad esempio testate cieche gonfiabili, cuscinetti di tenuta) collegati ad opportuni dispositivi di pressione dotati di sistemi di misura della colonna piezometrica. A seguire il tratto di condotta deve essere riempito di acqua fin oltre il colmo per evitare presenze di bolle d'aria nella tubazione durante la prova che ne comprometterebbero gli esiti. La colonna piezometrica deve a questo punto essere riempita fino ad una altezza di 5 m per ottenere una pressione idrostatica nel tratto di condotta di 50 kPa pari 0,5 bar.

Allo scopo di predisporre per gli opportuni dispositivi di tenuta idraulica, di seguito vengono fornite le tabelle dei volumi di riempimento per metro di tubo e delle spinte idrauliche sulle estremità risultanti dalle pressioni di prova.

Tabella 5: Volumi di rabbocco massimi ammissibili per metro di tubo sottoposto a collaudo per tubazione SN8

de (mm)	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1200
V riempimento (l)	17,7	27,6	43,2	68,5	110,4	172,8	274,5	443,1	699,9	1011,8
Spinta idraulica (kg)	88,4	138,2	215,8	342,7	552,2	863,8	1372,6	2215,4	3499,5	5058,8

La pressione deve essere mantenuta rabboccando con acqua per 30 ± 1 min, entro una variazione massima rispetto alla pressione di prova di 1kPa pari a 0,01 bar. La quantità di acqua Vw aggiunta complessivamente per ottenere il mantenimento della pressione di collaudo nei 30 minuti di durata della prova deve essere misurata e soddisfare:

$V_w \leq 0,15 \text{ l/m}^2$ per le tubazioni

$V_w \leq 0,20 \text{ l/m}^2$ per tubazioni + pozzetti

$V_w \leq 0,40 \text{ l/m}^2$ per i pozzetti e le camere di ispezione

Dove i m² si riferiscono alla superficie interna bagnata.

La verifica dell'esito del collaudo può essere effettuata per confronto tra i valori di volume pari a acqua di rabbocco misurata e i valori unitari (riferiti a 1 metro di condotta collaudata) massimi ammissibili calcolati e riportati in tabella 5. La superficie bagnata che è stata considerata non prende in considerazione le superfici delle due sezioni essendo queste di valore trascurabile sul totale. La tabella 5 si riferisce inoltre al collaudo di tratti di sola tubazione, essendo il collaudo dei pozzetti e delle camere fortemente influenzato dalla geometria di questi ultimi è raccomandabile sviluppare il calcolo caso per caso a fronte dei dati del costruttore.

4.8 POSA IN OPERA DEI CONDOTTI

4.8.1 Posa su fondo sagomato

Di norma, i tubi potranno essere posati direttamente sul fondo della fossa solo quando il livello stabile delle eventuali acque di falda si mantenga depresso rispetto allo stesso ed il terreno abbia consistenza granulosa fine.

In tal caso il fondo sarà sagomato - una volta sistemato in senso longitudinale secondo le esatte livellette di progetto - in modo da assicurare una regolare ripartizione del carico gravante sui tubi, che dovranno perfettamente aderirvi per tutta la loro lunghezza e per la necessaria larghezza, evitando appoggi su punti o linee.

In particolare, per i tubi circolari, l'angolo della superficie di posa sarà normalmente di 90°, riducibili fino a 60° purché di ciò si sia tenuto conto nel calcolo statico.

Quando i tubi hanno i giunti a bicchiere, per l'alloggiamento di quest'ultimo, sarà scavato un apposito incavo nel fondo della fossa.

4.8.2 Posa su fondo non sagomato

La Direzione dei Lavori, valutate tutte le circostanze particolari e sempreché ai tubi sia assicurato un ricoprimento minimo di un metro, potrà autorizzare la posa del condotto su fondo non sagomato. In tal caso, i tubi dovranno essere rinfiancati molto accuratamente con sabbia, ghiaietto o calcestruzzo, a seconda delle prescrizioni, eseguendo l'operazione esclusivamente a mano.

4.8.3 Posa su sottofondo

In presenza di ghiaia grossa e roccia, non è ammessa la posa dei tubi direttamente sul fondo; in questi casi sarà scavata una fossa più profonda e nello spazio ricavato verrà gettato, secondo le prescrizioni, uno strato di sabbia, ghiaietto e conglomerato cementizio, quest'ultimo di norma ad un tenore di 2 q/m³ di cemento tipo R = 325.

Nella formazione del letto di posa, sul fondo della fossa, il materiale introdotto dovrà essere accuratamente costipato e subito dopo adattato alla forma del tubo, affinché questo appoggi perfettamente.

- Sottofondo realizzato mediante inerti

Lo spessore minimo del letto di sabbia o ghiaietto sarà pari a 10 cm più un decimo del diametro nominale del tubo.

- Sottofondo in conglomerato cementizio

In presenza di acque di falda, il sottofondo dovrà sempre essere realizzato in conglomerato cementizio: in ogni caso, lo spessore minimo sarà di 5 cm, più un decimo del diametro nominale del tubo, con un minimo assoluto di 10 cm. Ad evitare appoggi puntiformi o lineiformi, prima della posa del tubo, si dovrà stendere sul sottofondo uno strato di malta fresca di adeguato spessore.

4.8.4 Modalità di posa

Indipendentemente dalla natura del piano di posa, qualora i giunti debbano essere sigillati in opera, nonché in tutti i casi in cui siano da posare tubi con bicchiere, nel fondo della fossa dovranno essere lasciati appositi incavi che consentano una agevole e corretta esecuzione della giunzione.

Prima della posa, si dovrà verificare che i tubi non mostrino danneggiamenti; calandoli nella fossa, poi, si dovrà procedere con la cura necessaria a non danneggiare il condotto già realizzato o il letto di posa predisposto. I tubi saranno posati procedendo da valle verso monte e con i bicchieri disposti in senso contrario alla direzione del flusso.

Non si procederà in alcun caso al rinterro se prima non sia stata controllata la corretta posizione della canalizzazione mediante esami condotti con funi, traguardi, tabelle di mira, apparecchi di livellazione, o con altri idonei mezzi.

4.8.5 Prescrizioni particolari

Giunzioni elastiche

Sono costituite da speciali gomme o resine formate in anelli di opportuno diametro o colate a caldo sugli elementi da giuntare.

A. Giunzioni con anelli in gomma sintetica

Gli anelli elastici vengono utilizzati per la giunzione di tubi con estremità foggiate a bicchiere oppure anche ad incastro, purché le parti del tubo siano molto grosse e l'incastro sia orizzontale.

Prodotti specifici

Le speciali gomme con cui vengono formati gli anelli di tenuta devono possedere particolari caratteristiche di elasticità, per attestare le quali il Fornitore dovrà presentare i certificati delle prove di laboratorio eseguite.

In particolare, dovranno essere forniti i seguenti dati:

- la pressione di deformazione residua a 70°, da accertarsi per riconoscere l'esistenza di eventuali indesiderabili caratteristiche plastiche;
- la curva del rilassamento di tensione in funzione del tempo, per accertare che essa abbia andamento asintotico e che il valore finale della tensione sia compatibile con la durata della tubazione;
- la curva della tensione elastica di ritorno in funzione della deformazione, da mettere in relazione con il valore minimo di tensione cui l'anello deve essere sottoposto per garantire l'impermeabilità desiderata, nonché il valore massimo di tensione ammissibile senza danneggiamento del tubo.

Anelli in gomma massiccia, che sviluppino tensioni elastiche di ritorno molto forti anche per piccole compressioni, sono ammessi solo con tubi in cemento armato centrifugato, il cui tipo di lavorazione consente di realizzare bicchieri con dimensioni molto precise rispetto alle misure nominali; per gli altri tipi di tubazioni, con dimensioni più irregolari, ad evitare tensioni elastiche eccessive, che potrebbero condurre allo scoppio del bicchiere, dovranno essere usati solo anelli elastico- molli, ad esempio con strutture cellulose.

A seconda del grado di elasticità, gli anelli devono avere uno spessore compreso tra 1,2 e 1,5 volte la larghezza dello spazio compreso tra la parete esterna del tubo e quella interna del bicchiere.

La Direzione dei Lavori potrà anche richiedere una documentazione - in mancanza, o nel caso di inidoneità della quale, dovranno eseguirsi le relative determinazioni, secondo la modalità che all'occorrenza saranno indicate - dalla quale risulti il comportamento degli anelli nelle prove di:

- invecchiamento, esaminato con un trattamento a caldo;
- resistenza alla corrosione chimica, esaminata mediante introduzione in soluzioni acide e alcaline;
- resistenza all'attacco microbico;
- resistenza alla penetrazione delle radici;

- impermeabilità.

Modalità esecutive

L'anello elastico, il cui diametro interno sarà inferiore a quello esterno del tubo, verrà infilato dopo adeguata pretensione, sulla testa del tubo da posare; poi, spingendo questa dentro il bicchiere del tubo già posato, si farà in modo che l'anello rotoli su sé stesso fino alla posizione definitiva, curando che, ad operazione ultimata, resti compresso in modo uniforme lungo il suo contorno.

La testa del tubo non dovrà essere spinta contro il fondo del bicchiere, ad evitare che i movimenti della tubazione producano rotture. Nella connessura ortogonale così formata dovrà quindi essere inserito, con perfetta sigillatura, un nastro plastico con sezione ad angolo retto, eventualmente limitato alla metà inferiore del bicchiere.

B. Giunzioni in resine poliuretatiche

Le fasce costituenti gli elementi di tenuta delle giunzioni in resine poliuretatiche vengono realizzate fuori opera. Allo scopo, la resina viene colata, allo stato liquido, attorno alla punta e all'interno del bicchiere dei tubi, dopo che tali superfici sono state preparate in modo da garantire la perfetta aderenza della resina.

Prodotti specifici

La miscela da impiegare per la formazione delle giunzioni in resina poliuretatica avrà carico di rottura a trazione non inferiore a 38 Kg/cm² e allungamento a rottura pari almeno al 100%. Il carico di rottura allo strappo sarà superiore a 14 Kg/cm²; la durezza Shore sarà compresa tra 63 e 65.

Le fasce, per forma ed elasticità, dovranno consentire di angolare due elementi adiacenti fino ad un massimo di 5° per tubi fino al diametro di 35 cm compreso e 3° per tubi di diametro maggiore; dovranno inoltre, senza perdite, consentire un movimento telescopico di almeno 16 mm. tra punta e manicotto e sopportare un carico di taglio di 10 Kg. per ogni cm di diametro del tubo.

Modalità esecutive

Nella posa dei tubi con giunzioni in resine poliuretatiche si dovranno osservare norme analoghe a quelle dettate al precedente comma 1.1.4.5 per le giunzioni con anelli in gomma. Si dovrà inoltre curare che il contrassegno speciale, posto su ciascuna estremità dei tubi, corrisponda con quello dell'elemento già in opera e con la generatrice più alta del condotto.

4.9 PROVE DI TENUTA IDRAULICA

4.9.1 Prove di tenuta idraulica per tubazioni in pressione

Le prove delle condotte in opera consisteranno nel sottoporre a pressione interna tratti di tubazione la cui lunghezza dovrà essere la massima possibile e con il maggior numero di pezzi speciali, saracinesche, attraversamenti di manufatti o strade, ecc., già inseriti nella condotta stessa.

In casi particolari o su richiesta dell'impresa o su ordine della Direzione Lavori si eseguiranno le prove con le tubazioni completamente interrate.

L'impresa non avrà diritto in nessun caso a nessun compenso per la ricerca e la individuazione di eventuali perdite che risultassero dalla prova a pressione quando anche la Direzione Lavori avesse ordinato il reinterro delle tubazioni prima di effettuare le prove a pressione.

Le testate delle tratte di condotta di prova saranno chiuse mediante apposite apparecchiature fissate su ancoraggi dimensionati per le pressioni e diametri in gioco; dette apparecchiature avranno dimensioni e forme scelte dall'impresa che è responsabile della loro perfetta inamovibilità e tenuta. In tutte le prove una volta raggiunta nella tratta in prova, mediante pompaggio d'acqua, la pressione prescritta verrà disinnestata la pompa in maniera che non sia più possibile il pompaggio e verrà chiuso a chiave il manometro scrivente (già messo a punto) controllato da un manometro campione precedentemente montato in parallelo.

Le spese per le prove sia in officina sia in opera saranno a totale carico dell'Impresa, la quale dovrà eseguire tutti i lavori prescritti e quanti altri ne possano occorrere (chiusure di saracinesche perdenti con flange cieche, scavi, ripristini, ecc.) e mettere a disposizione della Direzione Lavori qualsiasi mezzo, strumento od altro che fosse necessario al buon andamento ed alla riuscita delle prove stesse; verificandosi rottura di tubazioni o di altre parti delle condotte queste dovranno essere cambiate, restando a carico dell'impresa gli eventuali maggiori pezzi speciali e giunti che fosse necessario installare, nonché i movimenti di terra, gli aggettamenti, i ripristini ed ogni altra qualsiasi opera fino alla completa riuscita delle prove.

L'acqua di riempimento delle condotte dovrà essere limpida e contenere una fortissima percentuale di ipoclorito od altro prodotto di analoga azione disinfettante: il tutto a cura e scelta dell'impresa responsabile della riuscita finale delle prove e della disinfezione delle condotte.

Terminate le prove l'appaltatore dovrà esibire il certificato di potabilità rilasciato dall'Autorità Sanitaria competente.

Il manometro del tipo scrivente da usare per le prove dovrà essere inserito nel punto delle tratte in prova avente la quota media del tratto in pressione.

Prima della prova con la condotta in leggera pressione verranno ripetutamente aperti i rubinetti opportunamente installati nelle cuspidi intermedie e terminali, fino alla totale eliminazione dell'aria o gas contenuti nella condotta e ciò sino a che vi fuoriesca solo acqua.

Tubazioni in polietilene alta densità

Il collaudo completo consiste in due prove:

Prova preliminare:

si effettua il riempimento della condotta con acqua avendo cura che l'aria contenuta nei tubi sia completamente espulsa. Le condizioni di prova sono:

- pressione: 1,5 volte la pressione nominale del tubo
- durata: 12 ore.

Ad intervalli di tempo man mano crescenti si dovrà ripristinare la pressione pompando acqua nella condotta; eventuali giunti flangiati dovranno essere verificati ed i bulloni dovranno essere serrati per evitare l'espulsione delle guarnizioni.

Con una pressione di prova pari a 1,5 PN non si deve avere un aumento di volume superiore all'1,5% e 3% complessivo.

La variazione di pressione per ogni 10 gradi centigradi si dovrà valutare il massimo fra 0,5 e 1 kg/cmq.

Nella redazione del bollettino di prova si dovrà riportare:

- temperatura di inizio prova ed eventuali variazioni di temperatura;
- pressioni di prova;
- volume di acqua aggiunto nel corso della prova ed intervalli di pompaggio;
- durata della prova ed osservazioni.

Prova principale

La si effettua al termine della prova preliminare con le seguenti condizioni:

- pressione: uguale alla pressione esistente nella condotta al termine della prova preliminare
- durata: 30 minuti ogni 100 m di lunghezza, con un minimo di 2 ore
- caduta massima di pressione ammessa: da 0,1 e 0,2 kg/cmq/ora.

4.9.2 Prove di tenuta idraulica per condotte a gravità

In linea generale, per tutte le tipologie di tubazione la predisposizione della prova di tenuta idraulica verrà eseguita seguendo le modalità sotto riportate:

1. tappare il tratto di condotto da sottoporre a prova mediante tappi pneumatici adatti alla sezione del condotto;
2. tale tratto di condotto deve comprendere almeno 3-4 pozzetti di linea per volta;
3. il tratto viene riempito di acqua fino a quando questa non comincerà a sfiorare dal pozzetto a quota più bassa, avendo cura di verificare che la pressione risulti almeno 0,1 bar e al massimo 0,5 bar;

Tubazioni in P.V.C.

Come termine di accettabilità della prova idraulica devono essere adottati i criteri riportati all'interno della norma UNI 1401- 3 e della norma UNI 1610.

La durata della prova viene fissata in 30 minuti ed il collaudo può essere ritenuto positivo se la perdita d'acqua al termine della prova risulta inferiore a 0.04 l/m² o 0.05 l/m² nel caso si includano pozzetti o camerette (i metri quadrati si riferiscono alla superficie interna bagnata).

4.10 PROCEDIMENTO E REQUISITI PER IL COLLAUDO DELLE TUBAZIONI CON SCORRIMENTO A GRAVITÀ

4.10.1 Generalità

Il collaudo della tenuta delle tubazioni, pozzetti e camere di ispezione, può essere effettuato ad aria (metodo "L") oppure ad acqua (metodo "W") secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 1610 del novembre 1999.

A richiesta della D.L., e secondo le indicazioni della stessa dovrà essere eseguita una prova di impermeabilità così come di seguito esplicitato.

Nel caso di prova con aria non venga superata la prima volta e anche le successive è consentito il ricorso alla prova ad acqua e sarà decisivo soltanto il risultato della prova con acqua

4.10.2 Prova di collaudo con aria – Metodo "L"

I tempi di prova per tubazioni in calcestruzzo verniciato e per tutti gli altri tipi di materiale, sono contenuti nella tabella 6 di cui al punto 13.2 della UNI EN 1610, per il collaudo di camere di ispezione e pozzetti si dovrà utilizzare la prova ad acqua.

Normalmente, salva diversa prescrizione si può utilizzare il metodo LC di cui alla tabella sottostante

Tabella 6: Parametri di utilizzo metodo LC

diámetro in mm	Kp	Po	Δp	Log e	t	min	sec
250	0,048	100	15	0,1625183	3,386	3	30
300	0,04	100	15	0,16251893	4,063	4	0
350	0,034286	100	15	0,1625183	4,74	5	0
400	0,03	100	15	0,1625183	5,417	6	0
450	0,026667	100	15	0,1625183	6,094	7	0
500	0,024	100	15	0,1625183	6,772	7	0
600	0,02	100	15	0,1625183	8,126	9	0
700	0,017143	100	15	0,1625183	9,48	10	0
800	0,015	100	15	0,1625183	10,83	11	0
900	0,013333	100	15	0,1625183	12,19	13	0
1000	0,012	100	15	0,1625183	13,54	14	0
1100	0,010909	100	15	0,1625183	14,9	15	0
1200	0,01	100	15	0,1625183	16,25	17	0

1300	0,009231	100	15	0,1625183	17,61	18	0
1400	0,008571	100	15	0,1625183	18,96	19	0
1500	0,008	100	15	0,1625183	20,31	21	0
1600	0,0075	100	15	0,1625183	21,67	22	0
1800	0,006667	100	15	0,1625183	24,38	25	0
2000	0,006	100	15	0,1625183	27,09	28	0

- Po: pressione di prova espressa in [mbar] che ad inizio prova si dovrà portare per 5 min una pressione iniziale maggiore del 10% della pressione di prova richiesta
- Δp: caduta di pressione massima consentita

Se la perdita di pressione misurata dopo il tempo di prova è minore del Δp indicato nella tabella 6 la tubazione è conforme.

4.10.3 Prova di collaudo ad acqua – Metodo “W”

La pressione di prova è la pressione equivalente o risultante dal riempimento della sezione di prova fino al livello del terreno in corrispondenza dei pozzetti di monte o a valle a seconda dei casi con una pressione massima di 500 mbar ed una minima di 100 mbar misurata sulla generatrice superiore del tubo.

Prima di dare inizio alla prova, i tubi e/o i pozzetti dovranno essere saturi d'acqua, a tale scopo quando i tubi sono in conglomerato cementizio, la canalizzazione sarà riempita d'acqua 24 ore prima della prova, mentre se i tubi sono in grès, potrebbe essere sufficiente 1 ora prima della prova.

La prova avrà una durata di (30 ± 1) minuti, si dovrà mantenere la pressione entro 10 mbar della pressione definita, rabboccando con acqua.

Il requisito di prova è soddisfatto se la quantità di acqua aggiunta non è maggiore di quanto indicato in tabella 7.

Tabella 7 – Prove d'impermeabilità delle tubazioni

Tubazioni		Tubazioni che comprendono anche i pozzetti		Pozzetti e camere di ispezione	
Aggiunta d'acqua l/m² per superficie interna bagnata	Tempo in minuti	Aggiunta d'acqua l/m² per superficie interna bagnata	Tempo in minuti	Aggiunta d'acqua l/m² per superficie interna bagnata	Tempo in minuti
0,15	30	0,20	30	0,40	30

4.10.4 Tubazioni in acciaio

Saranno eseguite due prove: nella prima le tubazioni saranno provate in opera senza apparecchiature portando la pressione interna fino alla massima pressione d'esercizio possibile aumentata di 10 atm.

La prima prova sarà ritenuta valida se nel periodo di 8 ore la detta pressione non sarà scesa di più del 3% (tre per cento) del valore iniziale.

Nella seconda prova, da eseguirsi a condotta interrata e completa di pezzi speciali e valvole, la pressione sarà di 3 atm superiore a quella idrostatica e sarà ritenuta valida se nel periodo di 4 ore non sarà scesa di più del 3% (tre per cento) del valore iniziale.

4.11 VALVOLE MANUALI

4.11.1 Valvole monoblocco a sfera a passaggio totale in AISI 316

CAMPO D'IMPIEGO: Le valvole a sfera monoblocco a passaggio totale vengono impiegate nei circuiti dell'aria e dell'acqua

CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE: Valvola monoblocco a sfera a passaggio totale con corpo e sfera in acciaio inox AISI 316, guarnizioni in PTFE rinforzato al 25% con fibra di vetro.

MECCANISMO DI MANOVRA: Comando manuale a leva, in acciaio inox plastificato

4.11.2 Valvole monoblocco a sfera in PVC

CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE: Valvola a sfera con attacchi femmina per incollaggio, corpo e sfera in PVC rigido, guarnizioni O-ring in EPDM, guarnizione della sfera in PTFE, sistema registrabile di bloccaggio delle tenute a sfera, completa di maniglia ergonomica in PVC con chiave di registro tenuta.

MECCANISMO DI MANOVRA: Comando manuale a leva.

4.11.3 Valvole a farfalla tipo "WAFER" con comando manuale a leva

CAMPO D'IMPIEGO: Le valvole a farfalla sono quelle previste con testa standard con foratura ISO 5211 e NFE 29402, collaudo conforme alla norma ISO 5208.

CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE: Valvola a farfalla tipo WAFER con orecchie di centraggio, montaggio tra flange PN 10/16, realizzata con corpo in ghisa GG25 con rivestimento epossidico, lente in AISI 316L, guarnizione a manicotto intercambiabile, tenuta integrale in EPDM con doppio anello torico, albero in AISI 420

MECCANISMO DI MANOVRA: Comando manuale con leva dentellata con 9 posizioni di bloccaggio.

La fornitura della valvola comprende anche quella delle guarnizioni di tenuta e della bulloneria per il montaggio in acciaio inox A2.

4.11.4 Valvole a farfalla tipo “WAFER” con riduttore a volantino

CAMPO D'IMPIEGO: Le valvole a farfalla sono quelle previste con testa standard con foratura ISO 5211 e NFE 29402, collaudo conforme alla norma ISO 5208

CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE: Valvola a farfalla tipo WAFER con orecchie di centraggio, montaggio tra flange PN 10/16, realizzata con corpo in ghisa GG25 con rivestimento epossidico, lente in AISI 316, tenute in EPDM, albero in AISI 420

MECCANISMO DI MANOVRA: Comando manuale con riduttore manuale a volantino.
La fornitura della valvola comprende anche quella della bulloneria per il montaggio.

4.11.5 Valvole a farfalla tipo “WAFER” in PVC con comando manuale a leva

CAMPO D'IMPIEGO: Valvola a farfalla tipo WAFER interamente realizzata in PVC rigido, con orecchie di centraggio, completa di controflange PN10 in PVC per incollaggio, guarnizione di tenuta e bulloneria di fissaggio.

MECCANISMO DI MANOVRA: Comando manuale con maniglia ergonomica dotata di dispositivo di blocco/sblocco e regolazione graduata.

4.11.6 Valvole di ritegno a palla

CARATTERISTICHE DI INSTALLAZIONE: Le valvole di ritegno a palla sono installate sulle condotte di trasporto liquami.

CAMPO D'IMPIEGO: Le valvole di ritegno installate sono quelle con campo di impiego secondo le norme UNI 1284

CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE: Le valvole di ritegno a palla autopulente a passaggio integrale per scomparsa della sfera con flangia di ispezione hanno le seguenti caratteristiche:

Tabella 8: Caratteristiche costruttive delle valvole di ritegno a palla

Componente		Caratteristiche
Corpo valvola	=	Ghisa FGL 250 fino a DN125, FGS 400 oltre
Coperchio di ispezione	=	Come corpo valvola
Rivestimento interno ed esterno	=	epoxy 250 µm
Sfera	=	Alluminio (DN50/100), ghisa GG25 (diametri super.) ricoperta in NR
Guarnizioni di tenuta	=	Esente amianto
Flange di attacco	=	Con foratura e lavorazione secondo le norme UNI-DIN PN10
Adatta al montaggio verticale ascendente ed orizzontale		

La fornitura della valvola comprende anche quella della bulloneria per il montaggio.

4.11.7 Valvole di ritegno a palla per liquidi viscosi

CARATTERISTICHE DI INSTALLAZIONE: Le valvole di ritegno a palla sono installate sulle condotte di trasporto di reagenti chimici viscosi

CAMPO D'IMPIEGO: Le valvole di ritegno installate sono quelle con campo di impiego secondo le norme UNI 1284

CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE: Le valvole di ritegno a palla per liquidi viscosi hanno le seguenti caratteristiche:

Tabella 9: Caratteristiche costruttive delle valvole di ritegno a palla per liquidi viscosi

Componente		Caratteristiche
Corpo valvola	=	Ghisa FGS
Coperchio di ispezione	=	Come corpo valvola
Rivestimento interno ed esterno	=	epoxy 250 µm
Sfera	=	Resina fermofenolica
Guarnizioni di tenuta	=	Nitrile
Attacco	=	Filettato Gas femmina
Adatta al montaggio verticale ascendente ed orizzontale		

La fornitura della valvola comprende anche quella della bulloneria per il montaggio.

4.11.8 Saracinesche a corpo piatto con tenuta metallica

CARATTERISTICHE DI INSTALLAZIONE: Le saracinesche a corpo piatto installate sulle condotte di trasporto dei liquami e dei fanghi.

CAMPO D'IMPIEGO: Le saracinesche sono quelle previste dalla norma UNI 1284 con flange di attacco forate e lavorate secondo la norma UNI-DIN PN 10/16

CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE: Le valvole saracinesche a corpo piatto hanno le seguenti caratteristiche:

Tabella 10: Caratteristiche costruttive delle saracinesche a corpo piatto con tenuta metallica

Componente		Caratteristiche
Corpo cuneo e cappello	=	Ghisa sferoidale
Albero	=	Acciaio inossidabile X20Cr13 (1.4021)
Sedi di tenuta del corpo	=	Acciaio inossidabile X6CrNiTi 18/10(1.4541)
Sedi di tenuta del cuneo	=	Acciaio inossidabile 1.4408
Volantino	=	ghisa
Guarnizioni corpo cappello	=	Fibre organiche legate con caucciù, priva di amianto
Tenuta sull'albero	=	Baderna grafitata priva di amianto
Protezione contro la corrosione	=	Verniciatura interna/esterna con resina alchidica

La fornitura della saracinesca comprende anche quella delle guarnizioni di tenuta e della bulloneria per il montaggio in acciaio inox A2.

4.12 GIUNTI PASSAMURO A TENUTA IDRAULICA

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.

4.13 GIUNTI DI SMONTAGGIO

4.13.1 Giunto compensatore in gomma

CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE: Il giunto compensatore è realizzato in gomma CR (polycloroprene), completo di flange in acciaio galvanizzato, dimensionate e forate secondo UNI PN 10.

4.13.2 Giunti di smontaggio a scartamento ridotto

CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE: Giunto di smontaggio a due flange a scartamento ridotto.

Corpo e flange realizzati in acciaio elettrosaldato S235JR EN 10025, tenuta a mezzo di guarnizione in PERBUNAM, tiranteria lunga in acciaio zincato montata completa di n. 4 dadi per ogni tirante, completo di guarnizioni di tenuta e di bulloni di accoppiamento in acciaio zincato a caldo.

PROTEZIONE DELLE SUPERFICI: Interna ed esterna con rivestimento ceramico

DATI TECNICI: Flangiatura secondo norme EN1092-1, PN10

4.14 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

4.15 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.

5 OPERE ELETTROMECCANICHE

5.1 MACCHINE

5.1.1 A1 – Disidratazione meccanica

5.1.1.1 A1-PM-101-A/R – Pompa monovite

SERVIZIO: Alimentazione disidratazione fanghi

QUANTITÀ: 1+1R

DESCRIZIONE: Elettropompa monovite per fango biologico installata su basamento in acciaio inox in AISI420 con tenuta meccanica

CARATTERISTICHE TECNICHE:

Portata:	12 m ³ /h
Pressione:	2 bar
Velocità:	106-176-254 giri/min
Liquido pompato:	Fango biologico
Variazione di frequenza:	30-50-72 Hz
Azionamento:	Riduttore meccanico di velocità azionato a mezzo inverter vettoriale a coppia costante

MATERIALI COSTRUZIONE:

Rotore:	AISI420
Statore:	NBR 0-50°C
Corpo pompa:	Ghisa
Flangia aspirazione/mandata:	PN40/CLASS150 DN80/NPS3''
Tipo di tenuta:	guarnizione meccanica carburo/carburo/FKM
Giunto:	rigido (diretto)
Posizione pompa:	sottobattente
Installazione pompa:	orizzontale su piedini di supporto
Rotazione:	antiorario visto dall'albero di comando della pompa

MOTORE ELETTRICO

Potenza installata:	2.2 kW
Avvolgimento:	4 Poli

Tensione:	3x400 V
Frequenza:	50 Hz
Protezione:	IP55
Classe isolamento:	F

COMPLETO DI SERVOVENTILAZIONE TRIFASE con alimentazione separata

5.1.1.2 A1-PV-101 – Pressa a vite

SERVIZIO: Disidratazione fanghi

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Pressa a coclea interamente realizzata in AISI304, capace di trattare una portata da 35 a 60 kgSST/h e dotata di n. 1 coclea con albero conico di diametro crescente verso lo scarico. Completa di Quadro elettrico (QL-A1-01) con PLC da 9". L'automazione consente di gestire la pressa a coclea, l'agitatore della vasca di miscelazione, la pompa di alimentazione fango, la pompa di dosaggio polielettrolita, la coclea di trasporto fango disidratato, il misuratore della portata di fango e di polielettrolita, un compressore.

CARATTERISTICHE TECNICHE:

Portata solida:	35 - 60 kgSST/h
SST in ingresso:	1.2 %
Potenza installata:	0.75 kW
Velocità rotazione coclea:	0.1 – 1.0 rpm
Lunghezza:	3.800 mm
Larghezza:	850 mm
Altezza:	1214 mm
Peso macchina:	1440 kg
Peso a pieno carico:	1690 kg
Livello di rumore:	< 65 dB (A)
Grado di protezione motore:	IP55
Materiale costruzione:	AISI304
Parti a contatto con il fango:	AISI304 o PE
Consumo acqua di lavaggio	150 l/ciclo (178 l/min a 5 bar)

REATTORE DI MISCELAZIONE

Materiale:	AISI304
Potenza installata mixer:	0.55 kW
Pressione massima consentita:	0.9 bar

QUADRO ELETTRICO DI COMANDO

N.1 quadro elettrico di comando e controllo della sezione di disidratazione, realizzato con carpenteria in acciaio inox, grado di protezione carpenteria IP55, tipo a doppia porta, spessore delle lamiere non inferiore a 15/10 mm.

Realizzato in pieno rispetto alla normativa CEI EN 60204-1, è costituito da:

- Sezione di potenza contenente i comandi, gli avviatori e gli inverter dei circuiti di potenza dei macchinari.
- Sezione di automazione per il controllo ed il comando di tutti gli automatismi dei macchinari e delle utenze che compongono l'impianto. Sarà provvisto di n. 1 PLC tipo Siemens S7 1200, N.1 pannello operatore Siemens Simatic KTP900 da 9" a colori per il comando delle utenze.

Dimensioni: 1500 x 500 x 2000 mm (LxPxH).

L'automazione consente di gestire tutte le seguenti utenze necessarie al buon funzionamento della stazione, e in particolare:

- | | |
|---|-------------------------------|
| • N.1 Pressa a coclea | 2,2 kW (incluso inverter) |
| • N.1 Agitatore vasca di miscelazione | 0,55 kW (incluso inverter) |
| • N.1 Pompa alimentazione fango | ≤ 5,5 kW (incluso inverter) |
| • N.1 Pompa dosaggio soluzione polielettrolita | ≤ 1,5 kW (incluso inverter) |
| • N.1 Coclea di trasporto fango disidratato | ≤ 3,0 kW (avviamento diretto) |
| • N.1 Misuratore di portata fango | |
| • N.1 Misuratore di portata soluzione polielettrolita | |
| • Alimentazione e gestione consensi polipreparatore | |
| • N.1+1R Compressore (A1-CR-101) | 1,5 kW (avviamento diretto) |

La macchina è così realizzata:

- Struttura portante esterna realizzata in AISI 304, dotata di apertura laterale di ispezione. La tenuta è garantita da chiusure a chiave e guarnizioni perimetrali;
- Gabbia di pressatura e sgrondo in AISI 304, con elementi di filtrazione a fori circolari.
- Elemento di filtrazione con luci di passaggio di diversa grandezza in modo da poter selezionare la spaziatura più idonea a seconda del fango da trattare;
- Coclea con spirale in acciaio AISI 304 a forte spessore con albero conico di diametro crescente verso lo scarico;
- Zona di scarico fango disidratato in configurazione standard in acciaio verniciato (in opzione in AISI 304);
- Tubo di lavaggio anulare mobile, dotato di ugelli per garantire una completa pulizia della gabbia circolare;
- Sistema miscelazione del polielettrolita con fango e reattore di condizionamento.

5.1.1.3 A1-CR-101 – Compressore

SERVIZIO: Fornitura aria a pressa a vite

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Il compressore è fornito con la pressa a vite A1-PV-101.

5.1.1.4 A1-PP-101 – Polipreparatore automatico

SERVIZIO: Preparazione soluzione poli

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Sistema automatico per la preparazione in continuo di polielettrolita idoneo alla diluizione di prodotto liquido concentrato, costituito da n.1 vasca in polipropilene a due scomparti con capacità utile di lt. 800, linea ingresso acqua di dissoluzione, agitatore emulsionatore, sonde di livello e n.1 pompa dosatrice per il dosaggio di polielettrolita liquido concentrato.

Il sistema è costituito da un agitatore a profilo speciale inserito in un cilindro dispersore che consente di eliminare una camera di maturazione rispetto ai sistemi tradizionali, rendendo l'impianto più compatto e più efficiente.

Il sistema è fornito interamente montato, completo di quadro di comando, collegamenti elettrici ed idraulici.

CARATTERISTICHE TECNICHE:

VASCA

Numero:	1 a due scomparti
Capacità utile:	800 l
Capacità totale:	1000 l
Capacità max di soluzione:	3000 l/h
Materiale:	Polipropilene
Concentrazione soluzione:	0.1 - 1.0%
Viscosità massima:	2500 cP
Temperatura massima:	60° C
Attacchi di drenaggio:	2 da 1"1/2
Attacchi troppo pieno:	1 da 1"1/2
Attacchi prelievo pompa:	1 da 1"1/2

AGITATORE

Albero girante:	AISI304
Potenza installata motoriduttore:	0.75 kW

POMPA PER DOSAGGIO

Portata dosaggio:	7.5-40 l/h
Pressione di esercizio:	2 bar
Corpo pompa:	ghisa

Parti giranti:	AISI316
Potenza installata motoriduttore:	0.37 kW
Tensione:	230/400 V

Regolazione della velocità a mezzo variatore di frequenza installato a quadro

GRUPPO DI ALIMETAZIONE

Gruppo di alimentazione acqua di dissoluzione composto da:

- valvola a sfera di ingresso e filtro a Y per trattenere eventuali impurità;
- riduttore di pressione con manometro integrato;
- elettrovalvola a solenoide 24 Vdc;
- contatore acqua con emettitore di impulsi per la misurazione proporzionale dell'acqua;
- valvola di regolazione portata;
- pressostato.

SONDA DI LIVELLO

Sonda di livello conduttimetrica a tre segnali: max., min. e allarme per interruzione ciclo e blocco pompa.

QUADRO ELETTRICO

Materiale:	Carpenteria in acciaio verniciato
Protezione:	IP55
Tensione:	400 V

5.1.1.5 A1-PM-102-A/R – Pompa monovite

SERVIZIO: Dosaggio polielettrolita a disidratazione

QUANTITÀ: 1+1R

DESCRIZIONE: Elettropompa monovite per polielettrolita installata su basamento in acciaio inox in AISI420 con tenuta meccanica

CARATTERISTICHE TECNICHE:

Portata:	4 m ³ /h
Pressione:	2 bar
Velocità:	106-176-254 giri/min
Liquido pompato:	Fango biologico
Variazione di frequenza:	30-50-72 Hz
Azionamento:	Riduttore meccanico di velocità azionato a mezzo inverter vettoriale a coppia costante

MATERIALI COSTRUZIONE:

Rotore:	AISI420
Statore:	NBR 0-60°C
Corpo pompa:	Ghisa
Tipo di tenuta:	guarnizione meccanica carburo/carburo/FKM
Giunto:	rigido (diretto)
Posizione pompa:	sottobattente
Installazione pompa:	orizzontale su piedini di supporto
Rotazione:	antiorario visto dall'albero di comando della pompa

MOTORE ELETTRICO

Potenza installata:	2.2 kW
Avvolgimento:	4 Poli
Tensione:	3x400 V
Frequenza:	50 Hz
Protezione:	IP55
Classe isolamento:	F

COMPLETO DI SERVOVENTILAZIONE TRIFASE con alimentazione separata

5.1.1.6 A1-TR-101 – Coclea di trasporto

SERVIZIO: Trasporto fango disidratato

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Il trasportatore a coclea si compone di una spirale di grande spessore, senza albero, che ruota all'interno di una canale componibile di forma ad "U" con fondo rivestito in polietilene ad alta densità, ad usura ridotta, facilmente sostituibile, particolarità che garantisce il perfetto rendimento del trasportatore nel tempo.

La spirale interna a fascia larga è ricavata da un unico spezzone di piatto metallico con procedimento di formatura meccanica a freddo in continuo; questa particolare lavorazione permette di evitare la presenza di saldature, che costituirebbero critici punti di usura, tra la fascia esterna e quella interna della spira, garantendo maggior resistenza e conseguentemente l'aumento della vita della coclea stessa.

Grazie a questo processo di lavorazione è quindi possibile ridurre lo spessore della spira senza comprometterne le caratteristiche di resistenza meccanica. Ciò comporta un alleggerimento di tutta la struttura, con conseguente riduzione dei carichi gravanti sul sistema di trasmissione e sulla zona di strisciamento dell'elica, garantendo a propria volta un'apprezzabile/considerevole riduzione dell'usura e dei costi di manutenzione.

La spirale interna così costruita potrà quindi essere a passo fisso oppure o a passo variabile in modo costante, caratteristica ottenuta nel processo di formatura meccanico sopra descritto che, sempre in assenza di saldature intermedie, consente di aumentare in modo progressivo il passo della coclea, garantendo un trasporto omogeneo del materiale con la graduale riduzione del riempimento interno della coclea.

Questa particolare caratteristica permette di aumentare il rendimento del trasportatore (soprattutto nelle applicazioni con inclinazioni superiori ai 15°) migliorando il trasporto del materiale e riducendo il rischio di possibili intasamenti della bocca di scarico finale.

Il trasportatore a coclea è fornito completo di truogolo, tramoggia di raccolta del fango disidratato e bocca di scarico.

CARATTERISTICHE TECNICHE (VALLO DELLA LUCANIA):

Prodotto da trasportare:	fanghi
Inclinazione:	15°
Portata nominale:	21.8 m ³ /h
Topo elica:	a fascia larga
Diametro nominale elica:	400 DN
Diametro esterno elica:	377 mm
Diametro interno elica:	168 mm
Spessore elica:	20 mm
Passo elica:	377 mm
Lunghezza flangia-flangia:	11500 mm
Coperchi di tipo:	imbullonato
Portello di ispezione:	escluso
Rivestimento antiusura truogolo:	HDPE
Spessore rivestimento:	12 mm
Bocca di carico:	n. 1 tramoggia
Bocca di scarico:	n. 1 rettangolare di estremità
Dimensioni bocca di scarico:	425 x 631.5 mm
Materiale truogolo sezione a U:	AISI304L
Materiale coperchi e carpenteria:	AISI304L
Materiale spira:	Acciaio al carbonio ad alto resistenziale
Materiale bulloneria:	A2
<u>AZIONAMENTO</u>	
Motoriduttore tipo:	ad assi paralleli
Trasmissione:	diretta

Posizione motore:	scarico
Potenza installata:	5.5 kW
Efficienza:	IE3
Rapporto di riduzione:	1/40
Velocità di rotazione:	36 rpm
Tensione:	230 – 400 V
Frequenza:	50 Hz
Poli:	4
Grado di protezione:	IP 55
Classe isolamento:	F

ACCESSORI

Tronchetto di drenaggio per scarico acque 2" filettato GAS F

CARATTERISTICHE TECNICHE (VIBONATI):

Prodotto da trasportare:	fanghi
Inclinazione:	30°
Portata nominale:	12.1 m ³ /h
Topo elica:	a fascia larga
Diametro nominale elica:	400 DN
Diametro esterno elica:	377 mm
Diametro interno elica:	168 mm
Spessore elica:	20 mm
Passo elica:	251 mm
Lunghezza flangia-flangia:	6500 mm
Coperchi di tipo:	imbullonato
Portello di ispezione:	escluso
Rivestimento antiusura truogolo:	HDPE
Spessore rivestimento:	12 mm
Bocca di carico:	n. 1 tramoggia
Bocca di scarico:	n. 1 rettangolare di estremità
Dimensioni bocca di scarico:	425 x 631.5 mm
Materiale truogolo sezione a U:	AISI304L
Materiale coperchi e carpenteria:	AISI304L
Materiale spira:	Acciaio al carbonio ad alto resistenziale
Materiale bulloneria:	A2

AZIONAMENTO

Motoriduttore tipo:	ad assi paralleli
Trasmissione:	diretta
Posizione motore:	scarico
Potenza installata:	5.5 kW
Efficienza:	IE3
Rapporto di riduzione:	1/40
Velocità di rotazione:	36 rpm
Tensione:	230 – 400 V
Frequenza:	50 Hz
Poli:	4
Grado di protezione:	IP 55
Classe isolamento:	F

ACCESSORI

Tronchetto di drenaggio per scarico acque 2" filettato GAS F

5.1.1.7 A1-TR-102 – Coclea di trasporto

SERVIZIO: Trasporto fango disidratato

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Il trasportatore a coclea si compone di una spirale di grande spessore, senza albero, che ruota all'interno di una canale componibile di forma ad "U" con fondo rivestito in polietilene ad alta densità, ad usura ridotta, facilmente sostituibile, particolarità che garantisce il perfetto rendimento del trasportatore nel tempo.

La spirale interna a fascia larga è ricavata da un unico spezzone di piatto metallico con procedimento di formatura meccanica a freddo in continuo; questa particolare lavorazione permette di evitare la presenza di saldature, che costituirebbero critici punti di usura, tra la fascia esterna e quella interna della spira, garantendo maggior resistenza e conseguentemente l'aumento della vita della coclea stessa.

Grazie a questo processo di lavorazione è quindi possibile ridurre lo spessore della spira senza comprometterne le caratteristiche di resistenza meccanica. Ciò comporta un alleggerimento di tutta la struttura, con conseguente riduzione dei carichi gravanti sul sistema di trasmissione e sulla zona di strisciamento dell'elica, garantendo a propria volta un'apprezzabile/considerevole riduzione dell'usura e dei costi di manutenzione.

La spirale interna così costruita potrà quindi essere a passo fisso oppure a passo variabile in modo costante, caratteristica ottenuta nel processo di formatura meccanico sopra descritto che, sempre in assenza di saldature intermedie, consente di aumentare in modo progressivo il passo della coclea,

garantendo un trasporto omogeneo del materiale con la graduale riduzione del riempimento interno della coclea.

Questa particolare caratteristica permette di aumentare il rendimento del trasportatore (soprattutto nelle applicazioni con inclinazioni superiori ai 15°) migliorando il trasporto del materiale e riducendo il rischio di possibili intasamenti della bocca di scarico finale.

Il trasportatore a coclea è fornito completo di truogolo, tramoggia di raccolta del fango disidratato e bocca di scarico.

CARATTERISTICHE TECNICHE (VIBONATI):

Prodotto da trasportare:	fanghi
Inclinazione:	0° reversibile
Portata nominale:	29.1 m ³ /h
Topo elica:	a fascia larga
Diametro nominale elica:	400 DN
Diametro esterno elica:	377 mm
Diametro interno elica:	168 mm
Spessore elica:	20 mm
Passo elica:	377 mm
Lunghezza flangia-flangia:	6000 mm
Coperchi di tipo:	imbullonato
Portello di ispezione:	escluso
Rivestimento antiusura truogolo:	HDPE
Spessore rivestimento:	12 mm
Bocca di carico:	n. 1 tramoggia
Bocca di scarico:	n. 1 rettangolare di estremità
Dimensioni bocca di scarico:	425 x 631.5 mm
Bocca di scarico supplementare:	n. 1 quadrata
Dimensioni bocca di scarico:	425 x 425 mm
Materiale truogolo sezione a U:	AISI304L
Materiale coperchi e carpenteria:	AISI304L
Materiale spira:	Acciaio al carbonio ad alto resistenziale
Materiale bulloneria:	A2
<u>AZIONAMENTO</u>	
Motoriduttore tipo:	ad assi paralleli
Trasmissione:	diretta

Posizione motore:	scarico
Potenza installata:	4.0 kW
Efficienza:	IE3
Rapporto di riduzione:	1/40
Velocità di rotazione:	36 rpm
Tensione:	230 – 400 V
Frequenza:	50 Hz
Poli:	4
Grado di protezione:	IP 55
Classe isolamento:	F

ACCESSORI

Tronchetto di drenaggio per scarico acque 2" filettato GAS F

N.2 valvola a ghigliottina quadrata (A1-Vgeo-101-A/B) ad ingombro ridotto (VIBQ400) apertura netta 370 x 370 mm con corpo in alluminio rivestito in SINT™ e lama in acciaio inox AISI 304L, completa di attuatore elettromeccanico 0,37 kW e finecorsa meccanici.

5.1.2 A2 – Deodorizzazione

5.1.2.1 A2-PK-101 – Impianto di deodorizzazione comprensivo di pompa di ricircolo

SERVIZIO: Trattamento aria esausta da disidratazione

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Scrubber a umido

CARATTERISTICHE TECNICHE (IMPIANTI DI VIBONATI E VALLO DELLA LUCANIA):

Dati generali

fluido: Aria

Portata in ingresso: m³/h 1.500

Temperatura in ingresso: °C ambiente

Pressione di lavoro: mbar -20 ÷ +35

Perdite di carico: mbar < 5

Concentrazione ingresso: mg/m³ - Dati ambientali

Installazione: esterna

Platea in c.a. a cura del committente

Gamma di temperatura ambientale: °C -5÷40

Atmosfera esplosiva: ATEX class. zona sicura

Dettaglio scrubber

Scrubber: N°1

Ingombro in pianta: mt 2,00 x 2,00 x H 5,00

Velocità di attraversamento: m/s 0,83

Corpi di riempimento: mc 0,40

Tempo di contatto: s >1

Equipaggiamento

Pompa di ricircolo scrubber: N° 1

Pompa dosatrice: N°1

Sonda pH: N°1

Elettrovalvola acqua: N°1

Scarico con valvola manuale: N°1

Quadro elettrico

Protezione: IP55

Esecuzione quadro: Standard

Tipologia: Quadro elettrico

Segnali di comando: Comando di abilitazione da remoto (On-Off)

PLC: Si

Comunicazione: TCP/IP

Tensione di alimentazione: 400V/50Hz/3ph/N+T

La fornitura è completa di:

- VASCA DI BASE A FORMA CIRCOLARE costruita in Polipropilene con spessore da 15 a 20 mm, completa di n.1 troppo pieno, n.1 livello visivo, n.1 tronchetto scarico di fondo e un tubo di collegamento all'elettropompa di ricircolo. La colonna ha il fondo piatto e deve poggiare su superficie orizzontale, piana e liscia.
- TORRE DI ABBATTIMENTO in Polipropilene, completa di passi d'uomo per carico e scarico corpi di riempimento e flange di ingresso e uscita.
- RAMPA DI LAVAGGIO TORRE, completa di ugelli di spruzzo a cono pieno di 120° per la bagnatura uniforme del letto di corpi di riempimento.
- DEMISTER AD ALTA EFFICIENZA in materiale plastico, del tipo strutturato alveolare per separare le gocce del liquido di lavaggio trascinati dal moto del biogas.
- ELETTROPOMPA di ricircolo liquido di lavaggio per portare il liquido dalla vasca inferiore alla parte superiore dello scrubber. Le pompe sono azionate da un motore elettrico in presa diretta e la loro particolare forma costruttiva a girante aperta consente il pompaggio dei fluidi "sporchi".
- DISPOSITIVO PER IL DOSAGGIO DEI REAGENTI con regolazione della portata tramite frequenza, per dosaggio PROPORZIONALE impulsivo , Con misuratore di pH, con guarnizioni in VITON doppia valvola di non ritorno con sfera in ceramica, completa di n.1 sonda pH. Il dispositivo permette il dosaggio in automatico delle soluzioni nell'impianto.
- LETTO DI CORPI DI RIEMPIMENTO ad elevata superficie specifica in polietilene nero, disposti alla rinfusa per garantire un'ampia superficie di contatto tra gas e il liquido di lavaggio.

- TUBAZIONI di collegamento costruite in PP o PVC complete di valvole di intercettazione per il collegamento di tutte le vasche e pompe di ricircolo installate nell'impianto al fine di dare un lavoro a regola d'arte.
- DISPOSITIVO PER IL REINTEGRO AUTOMATICO DELL'ACQUA, composto da n.1 sensori di livello a Pressione con membrana in TITANIO ed una elettrovalvola collegata alla rete idrica di stabilimento (con alimentazione di acqua di rete idrica alla pressione minima di 2,5 bar). L'acqua si consuma per evaporazione in quanto l'aria entra nello scrubber normalmente non satura e dopo il trattamento di lavaggio esce satura di vapore. Un dispositivo di controllo del livello del liquido apre l'elettrovalvola collegata alla rete idrica di stabilimento e immette acqua nella vasca per ripristinare il livello (livello di lavoro). Il dispositivo oltre al livello di lavoro controlla anche i livelli di allarme (allarme basso livello e allarme alto livello).

5.1.2.2 A2-VE-101 – Ventilatore centrifugo

SERVIZIO: Aspirazione aria esausta da disidratazione

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Ventilatori assiali industriali da pannello ad alta efficienza e grande pressione con pale a passo variabile, di diametro compreso tra 350 e 630 mm, disponibili in versione mono e trifase, particolarmente adatti alla ventilazione di locali commerciali ed industriali, quali uffici, palestre, ristoranti, discoteche, tintorie, capannoni. La costruzione comprende il pannello, di forma circolare, integrante il boccaglio di aspirazione, il motore, fissato su un supporto direttamente saldato sul pannello circolare e la girante.

CARATTERISTICHE TECNICHE:

Tipo di accoppiamento: diretto

Materiale di costruzione: AISI304

Tipo di girante: Pale rovesce curve

Motore: 2.2 Kw

Portata nominale: 1.500 mc/h

Pressione Totale: 2500 Pa

Livello sonoro A 1,5 mt IN CAMPO LIBERO: <85 Db (A)

Funzionamento sotto inverter: SI

5.1.2.3 A2-PD-101 – Pompa dosatrice a membrana

SERVIZIO: Dosaggio acido fosforico

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: la pompa è fornita con lo scrubber A2-PK-101.

5.1.3 B1 – Disidratazione meccanica

5.1.3.1 B1-PM-101-A/R – Pompa monovite

SERVIZIO: Alimentazione disidratazione fanghi

QUANTITÀ: 1+1R

DESCRIZIONE: Elettropompa monovite per fango biologico installata su basamento in acciaio inox in AISI420 con tenuta meccanica

CARATTERISTICHE TECNICHE:

Portata:	12 m ³ /h
Pressione:	2 bar
Velocità:	106-176-254 giri/min
Liquido pompato:	Fango biologico
Variazione di frequenza:	30-50-72 Hz
Azionamento:	Riduttore meccanico di velocità azionato a mezzo inverter vettoriale a coppia costante

MATERIALI COSTRUZIONE:

Rotore:	AISI420
Statore:	NBR
Corpo pompa:	Ghisa
Flangia aspirazione/mandata:	PN40/CLASS150 DN80/NPS3''
Tipo di tenuta:	guarnizione meccanica carburo/carburo/FKM rigido (diretto)
Giunto:	sottobattente
Posizione pompa:	orizzontale su piedini di supporto
Installazione pompa:	antiorario visto dall'albero di comando della pompa

MOTORE ELETTRICO

Potenza installata:	2.2 kW
Avvolgimento:	4 Poli
Tensione:	3x400 V
Frequenza:	50 Hz

Protezione: IP55

Classe isolamento: F

COMPLETO DI SERVOVENTILAZIONE TRIFASE con alimentazione separata

5.1.3.2 B1-PV-101 – Pressa a vite

SERVIZIO: Disidratazione fanghi

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Pressa a coclea interamente realizzata in AISI304, capace di trattare una portata da 100 a 150 kgSST/h e dotata di n. 1 coclea con albero conico di diametro crescente verso lo scarico. Completa di Quadro elettrico (QL-B1-01) con PLC da 9". L'automazione consente di gestire la pressa a coclea, l'agitatore della vasca di miscelazione, la pompa di alimentazione fango, la pompa di dosaggio polielettrolita, la coclea di trasporto fango disidratato, il misuratore della portata di fango e di polielettrolita, un compressore.

CARATTERISTICHE TECNICHE:

Portata solida:	100 – 150 kgSST/h
SST in ingresso:	1.2 – 1.5 %
Potenza installata:	2.2 kW
Velocità rotazione coclea:	0.1 – 1.0 rpm
Lunghezza:	4670 mm
Larghezza:	1200 mm
Altezza:	1550 mm
Peso macchina:	2900 kg
Peso a pieno carico:	3300 kg
Livello di rumore:	< 65 dB (A)
Grado di protezione motore:	IP55
Materiale costruzione:	AISI304
Parti a contatto con il fango:	AISI304 o PE
Consumo acqua di lavaggio	130 l/ciclo (260 l/min a 5 bar)

REATTORE DI MISCELAZIONE

Materiale:	AISI304
Potenza installata mixer:	0.55 kW
Pressione massima consentita:	0.9 bar

QUADRO ELETTRICO DI COMANDO

N.1 quadro elettrico di comando e controllo della sezione di disidratazione, realizzato con carpenteria in acciaio inox, grado di protezione carpenteria IP55, tipo a doppia porta, spessore delle lamiere non inferiore a 15/10 mm.

Realizzato in pieno rispetto alla normativa CEI EN 60204-1, è costituito da:

- Sezione di potenza contenente i comandi, gli avviatori e gli inverter dei circuiti di potenza dei macchinari.
- Sezione di automazione per il controllo ed il comando di tutti gli automatismi dei macchinari e delle utenze che compongono l'impianto. Sarà provvisto di n. 1 PLC tipo Siemens S7 1200, N.1 pannello operatore Siemens Simatic KTP900 da 9" a colori per il comando delle utenze.

Dimensioni: 1500 x 500 x 2000 mm (LxPxH).

L'automazione consente di gestire tutte le seguenti utenze necessarie al buon funzionamento della stazione, e in particolare:

- N.1 Pressa a coclea 2,2 kW (incluso inverter)
- N.1 Agitatore vasca di miscelazione 0,55 kW (incluso inverter)
- N.1 Pompa alimentazione fango $\leq 5,5$ kW (incluso inverter)
- N.1 Pompa dosaggio soluzione polielettrolita $\leq 1,5$ kW (incluso inverter)
- N.1 Coclea di trasporto fango disidratato $\leq 3,0$ kW (avviamento diretto)
- N.1 Misuratore di portata fango
- N.1 Misuratore di portata soluzione polielettrolita
- Alimentazione e gestione consensi polipreparatore
- N.1+1R Compressore (B1-CR-101) 1,5 kW (avviamento diretto)

La macchina è così realizzata:

- Struttura portante esterna realizzata in AISI 304, dotata di apertura laterale di ispezione. La tenuta è garantita da chiusure a chiave e guarnizioni perimetrali;
- Gabbia di pressatura e sgrondo in AISI 304, con elementi di filtrazione a fori circolari.
- Elemento di filtrazione con luci di passaggio di diversa grandezza in modo da poter selezionare la spaziatura più idonea a seconda del fango da trattare;
- Coclea con spirale in acciaio AISI 304 a forte spessore con albero conico di diametro crescente verso lo scarico;
- Coclea accoppiata direttamente al motoriduttore, giri variabili a mezzo variatore di frequenza;
- Sistema di lavaggio ad anello ad azionamento pneumatico, possibilità di lavare la gabbia filtrante senza interrompere il processo di disidratazione;
- Tubo di lavaggio anulare mobile, dotato di ugelli per garantire una completa pulizia della gabbia circolare;
- Sistema miscelazione del polielettrolita con fango e reattore di condizionamento; costituito da un reattore pressurizzato dotato di agitatore multipala a velocità variabile e profili interni speciali per massimizzare il contatto fango/flocculante, controllo della pressione mediante pressostato digitale;

- Quadro elettrico di comando e controllo per l'automazione della pressa e del flocculatore o dell'intera sezione di disidratazione.

5.1.3.3 B1-CR-101 – Compressore

SERVIZIO: Fornitura aria a pressa a vite

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Il compressore è fornito con la pressa a vite B1-PV-101.

5.1.3.4 B1-PM-102-A/R – Pompa monovite

SERVIZIO: Dosaggio polielettrolita a disidratazione

QUANTITÀ: 1+1R

DESCRIZIONE: Elettropompa monovite per polielettrolita installata su basamento in acciaio inox in AISI420 con tenuta meccanica

CARATTERISTICHE TECNICHE:

Portata:	4 m ³ /h
Pressione:	2 bar
Velocità:	106-176-254 giri/min
Liquido pompato:	Fango biologico
Variazione di frequenza:	30-50-72 Hz
Azionamento:	Riduttore meccanico di velocità azionato a mezzo inverter vettoriale a coppia costante

MATERIALI COSTRUZIONE:

Rotore:	AISI420
Statore:	NBR 0-60°C
Corpo pompa:	Ghisa
Tipo di tenuta:	guarnizione meccanica carburo/carburo/FKM
Giunto:	rigido (diretto)
Posizione pompa:	sottobattente
Installazione pompa:	orizzontale su piedini di supporto
Rotazione:	antiorario visto dall'albero di comando della pompa

MOTORE ELETTRICO

Potenza installata:	2.2 kW
Avvolgimento:	4 Poli
Tensione:	3x400 V
Frequenza:	50 Hz
Protezione:	IP55
Classe isolamento:	F

COMPLETO DI SERVOVENTILAZIONE TRIFASE con alimentazione separata

5.1.3.5 B1-PP-101 – Polipreparatore automatico

SERVIZIO: Preparazione soluzione poli

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Sistema automatico per la preparazione in continuo di polielettrolita idoneo alla diluizione di prodotto liquido concentrato, costituito da n.1 vasca in polipropilene a due scomparti con capacità utile di lt. 800, linea ingresso acqua di dissoluzione, agitatore emulsionatore, sonde di livello e n.1 pompa dosatrice per il dosaggio di polielettrolita liquido concentrato.

Il sistema è costituito da un agitatore a profilo speciale inserito in un cilindro dispersore che consente di eliminare una camera di maturazione rispetto ai sistemi tradizionali, rendendo l'impianto più compatto e più efficiente.

Il sistema è fornito interamente montato, completo di quadro di comando, collegamenti elettrici ed idraulici.

CARATTERISTICHE TECNICHE:

VASCA

Numero:	1 a due scomparti
Capacità utile:	800 l
Capacità totale:	1000 l
Capacità max di soluzione:	3000 l/h
Materiale:	Polipropilene
Concentrazione soluzione:	0.1 - 1.0%
Viscosità massima:	2500 cP
Temperatura massima:	60° C
Attacchi di drenaggio:	2 da 1"1/2
Attacchi troppo pieno:	1 da 1"1/2
Attacchi prelievo pompa:	1 da 1"1/2

AGITATORE

Albero girante:	AISI304
Potenza installata motoriduttore:	0.75 kW

POMPA PER DOSAGGIO

Portata dosaggio:	7.5-40 l/h
Pressione di esercizio:	2 bar
Corpo pompa:	ghisa
Parti giranti:	AISI316
Potenza installata motoriduttore:	0.37 kW
Tensione:	230/400 V

Regolazione della velocità a mezzo variatore di frequenza installato a quadro

GRUPPO DI ALIMETAZIONE

Gruppo di alimentazione acqua di dissoluzione composto da:

- valvola a sfera di ingresso e filtro a Y per trattenere eventuali impurità;
- riduttore di pressione con manometro integrato;
- elettrovalvola a solenoide 24 Vdc;
- contatore acqua con emettitore di impulsi per la misurazione proporzionale dell'acqua;
- valvola di regolazione portata;
- pressostato.

SONDA DI LIVELLO

Sonda di livello conduttimetrica a tre segnali: max., min. e allarme per interruzione ciclo e blocco pompa.

QUADRO ELETTRICO

Materiale:	Carpenteria in acciaio verniciato
Protezione:	IP55
Tensione:	400 V

5.1.3.6 B1-TR-101 – Coclea di trasporto

SERVIZIO: Trasporto fango disidratato

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Il trasportatore a coclea si compone di una spirale di grande spessore, senza albero, che ruota all'interno di una canale componibile di forma ad "U" con fondo rivestito in polietilene ad alta densità, ad usura ridotta, facilmente sostituibile, particolarità che garantisce il perfetto rendimento del trasportatore nel tempo.

La spirale interna a fascia larga è ricavata da un unico spezzone di piatto metallico con procedimento di formatura meccanica a freddo in continuo; questa particolare lavorazione permette di evitare la presenza di saldature, che costituirebbero critici punti di usura, tra la fascia esterna e quella interna della spira, garantendo maggior resistenza e conseguentemente l'aumento della vita della coclea stessa.

Grazie a questo processo di lavorazione è quindi possibile ridurre lo spessore della spira senza comprometterne le caratteristiche di resistenza meccanica. Ciò comporta un alleggerimento di tutta la struttura, con conseguente riduzione dei carichi gravanti sul sistema di trasmissione e sulla zona di strisciamento dell'elica, garantendo a propria volta un'apprezzabile/considerevole riduzione dell'usura e dei costi di manutenzione.

La spirale interna così costruita potrà quindi essere a passo fisso oppure o a passo variabile in modo costante, caratteristica ottenuta nel processo di formatura meccanico sopra descritto che, sempre in assenza di saldature intermedie, consente di aumentare in modo progressivo il passo della coclea, garantendo un trasporto omogeneo del materiale con la graduale riduzione del riempimento interno della coclea.

Questa particolare caratteristica permette di aumentare il rendimento del trasportatore (soprattutto nelle applicazioni con inclinazioni superiori ai 15°) migliorando il trasporto del materiale e riducendo il rischio di possibili intasamenti della bocca di scarico finale.

Il trasportatore a coclea è fornito completo di truogolo, tramoggia di raccolta del fango disidratato e bocca di scarico.

CARATTERISTICHE TECNICHE (ASCEA MARINA):

Prodotto da trasportare:	fanghi
Inclinazione:	30°
Portata nominale:	12.1 m ³ /h
Tipo elica:	a fascia larga
Diametro nominale elica:	400 DN
Diametro esterno elica:	377 mm
Diametro interno elica:	168 mm
Spessore elica:	20 mm
Passo elica:	251 mm
Lunghezza flangia-flangia:	6500 mm
Coperchi di tipo:	imbullonato
Portello di ispezione:	escluso
Rivestimento antiusura truogolo:	HDPE
Spessore rivestimento:	12 mm
Bocca di carico:	n. 1 tramoggia
Bocca di scarico:	n. 1 rettangolare di estremità
Dimensioni bocca di scarico:	425 x 631.5 mm
Materiale truogolo sezione a U:	AISI304L
Materiale coperchi e carpenteria:	AISI304L
Materiale spira:	Acciaio al carbonio ad

Materiale bulloneria:	alto resistenziale A2
<u>AZIONAMENTO</u>	
Motoriduttore tipo:	ad assi paralleli
Trasmissione:	diretta
Posizione motore:	scarico
Potenza installata:	5.5 kW
Efficienza:	IE3
Rapporto di riduzione:	1/40
Velocità di rotazione:	36 rpm
Tensione:	230 – 400 V
Frequenza:	50 Hz
Poli:	4
Grado di protezione:	IP 55
Classe isolamento:	F

ACCESSORI

Tronchetto di drenaggio per scarico acque 2" filettato GAS F

CARATTERISTICHE TECNICHE (CASAL VELINO MARINA):

Prodotto da trasportare:	fanghi
Inclinazione:	26°
Portata nominale:	12.1 m ³ /h
Tipo elica:	a fascia larga
Diametro nominale elica:	400 DN
Diametro esterno elica:	377 mm
Diametro interno elica:	168 mm
Spessore elica:	20 mm
Passo elica:	251 mm
Lunghezza flangia-flangia:	5750 mm
Coperchi di tipo:	imbullonato
Portello di ispezione:	escluso
Rivestimento antiusura truogolo:	HDPE
Spessore rivestimento:	12 mm
Bocca di carico:	n. 1 tramoggia
Bocca di scarico:	n. 1 rettangolare di estremità
Dimensioni bocca di scarico:	425 x 631.5 mm

Materiale truogolo sezione a U:	AISI304L
Materiale coperchi e carpenteria:	AISI304L
Materiale spira:	Acciaio al carbonio ad alto resistenziale
Materiale bulloneria:	A2
<u>AZIONAMENTO</u>	
Motoriduttore tipo:	ad assi paralleli
Trasmissione:	diretta
Posizione motore:	scarico
Potenza installata:	5.5 kW
Efficienza:	IE3
Rapporto di riduzione:	1/40
Velocità di rotazione:	36 rpm
Tensione:	230 – 400 V
Frequenza:	50 Hz
Poli:	4
Grado di protezione:	IP 55
Classe isolamento:	F

ACCESSORI

Tronchetto di drenaggio per scarico acque 2" filettato GAS F

CARATTERISTICHE TECNICHE (CENTOLA PORTIGLIOLA):

Prodotto da trasportare:	fanghi
Inclinazione:	22°
Portata nominale:	12.1 m ³ /h
Tipo elica:	a fascia larga
Diametro nominale elica:	400 DN
Diametro esterno elica:	377 mm
Diametro interno elica:	168 mm
Spessore elica:	20 mm
Passo elica:	251 mm
Lunghezza flangia-flangia:	7500 mm
Coperchi di tipo:	imbullonato
Portello di ispezione:	escluso
Rivestimento antiusura truogolo:	HDPE
Spessore rivestimento:	12 mm
Bocca di carico:	n. 1 tramoggia

Bocca di scarico:	n. 1 rettangolare di estremità
Dimensioni bocca di scarico:	425 x 631.5 mm
Materiale truogolo sezione a U:	AISI304L
Materiale coperchi e carpenteria:	AISI304L
Materiale spira:	Acciaio al carbonio ad alto resistenziale
Materiale bulloneria:	A2

AZIONAMENTO

Motoriduttore tipo:	ad assi paralleli
Trasmissione:	diretta
Posizione motore:	scarico
Potenza installata:	5.5 kW
Efficienza:	IE3
Rapporto di riduzione:	1/40
Velocità di rotazione:	36 rpm
Tensione:	230 – 400 V
Frequenza:	50 Hz
Poli:	4
Grado di protezione:	IP 55
Classe isolamento:	F

ACCESSORI

Tronchetto di drenaggio per scarico acque 2" filettato GAS F

CARATTERISTICHE TECNICHE (SAPRI):

Prodotto da trasportare:	fanghi
Inclinazione:	16°
Portata nominale:	21.8 m ³ /h
Tipo elica:	a fascia larga
Diametro nominale elica:	400 DN
Diametro esterno elica:	377 mm
Diametro interno elica:	168 mm
Spessore elica:	20 mm
Passo elica:	251 mm
Lunghezza flangia-flangia:	5000 mm
Coperchi di tipo:	imbullonato
Portello di ispezione:	escluso

Rivestimento antiusura truogolo:	HDPE
Spessore rivestimento:	12 mm
Bocca di carico:	n. 1 tramoggia
Bocca di scarico:	n. 1 rettangolare di estremità
Dimensioni bocca di scarico:	425 x 631.5 mm
Materiale truogolo sezione a U:	AISI304L
Materiale coperchi e carpenteria:	AISI304L
Materiale spira:	Acciaio al carbonio ad alto resistenziale
Materiale bulloneria:	A2

AZIONAMENTO

Motoriduttore tipo:	ad assi paralleli
Trasmissione:	diretta
Posizione motore:	scarico
Potenza installata:	3.0 kW
Efficienza:	IE3
Rapporto di riduzione:	1/40
Velocità di rotazione:	36 rpm
Tensione:	230 – 400 V
Frequenza:	50 Hz
Poli:	4
Grado di protezione:	IP 55
Classe isolamento:	F

ACCESSORI

Tronchetto di drenaggio per scarico acque 2" filettato GAS F

5.1.3.7 B1-TR-102 – Coclea di trasporto

SERVIZIO: Trasporto fango disidratato

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Il trasportatore a coclea si compone di una spirale di grande spessore, senza albero, che ruota all'interno di una canale componibile di forma ad "U" con fondo rivestito in polietilene ad alta densità, ad usura ridotta, facilmente sostituibile, particolarità che garantisce il perfetto rendimento del trasportatore nel tempo.

La spirale interna a fascia larga è ricavata da un unico spezzone di piatto metallico con procedimento di formatura meccanica a freddo in continuo; questa particolare lavorazione

permette di evitare la presenza di saldature, che costituirebbero critici punti di usura, tra la fascia esterna e quella interna della spira, garantendo maggior resistenza e conseguentemente l'aumento della vita della coclea stessa.

Grazie a questo processo di lavorazione è quindi possibile ridurre lo spessore della spira senza comprometterne le caratteristiche di resistenza meccanica. Ciò comporta un alleggerimento di tutta la struttura, con conseguente riduzione dei carichi gravanti sul sistema di trasmissione e sulla zona di strisciamento dell'elica, garantendo a propria volta un'apprezzabile/considerevole riduzione dell'usura e dei costi di manutenzione.

La spirale interna così costruita potrà quindi essere a passo fisso oppure o a passo variabile in modo costante, caratteristica ottenuta nel processo di formatura meccanico sopra descritto che, sempre in assenza di saldature intermedie, consente di aumentare in modo progressivo il passo della coclea, garantendo un trasporto omogeneo del materiale con la graduale riduzione del riempimento interno della coclea.

Questa particolare caratteristica permette di aumentare il rendimento del trasportatore (soprattutto nelle applicazioni con inclinazioni superiori ai 15°) migliorando il trasporto del materiale e riducendo il rischio di possibili intasamenti della bocca di scarico finale.

Il trasportatore a coclea è fornito completo di truogolo, tramoggia di raccolta del fango disidratato e bocca di scarico.

CARATTERISTICHE TECNICHE (ASCEA MARINA):

Prodotto da trasportare:	fanghi
Inclinazione:	0°
Portata nominale:	29.1 m ³ /h
Tipo elica:	a fascia larga
Diametro nominale elica:	400 DN
Diametro esterno elica:	377 mm
Diametro interno elica:	168 mm
Spessore elica:	20 mm
Passo elica:	377 mm
Lunghezza flangia-flangia:	5000 mm
Coperchi di tipo:	imbullonato
Portello di ispezione:	escluso
Rivestimento antiusura truogolo:	HDPE
Spessore rivestimento:	12 mm
Bocca di carico:	n. 1 tramoggia
Bocca di scarico:	n. 1 rettangolare di estremità
Dimensioni bocca di scarico:	425 x 631.5 mm

Bocca di scarico supplementare:	n. 1 quadrata
Dimensioni bocca di scarico:	425 x 425 mm
Materiale truogolo sezione a U:	AISI304L
Materiale coperchi e carpenteria:	AISI304L
Materiale spira:	Acciaio al carbonio ad alto resistenziale
Materiale bulloneria:	A2

AZIONAMENTO

Motoriduttore tipo:	ad assi paralleli
Trasmissione:	diretta
Posizione motore:	scarico
Potenza installata:	3.0 kW
Efficienza:	IE3
Rapporto di riduzione:	1/40
Velocità di rotazione:	36 rpm
Tensione:	230 – 400 V
Frequenza:	50 Hz
Poli:	4
Grado di protezione:	IP 55
Classe isolamento:	F

ACCESSORI

Tronchetto di drenaggio per scarico acque 2" filettato GAS F

N.2 valvola a ghigliottina quadrata (B1-Vgeo-101-A/B) ad ingombro ridotto (VIBQ400) apertura netta 370 x 370 mm con corpo in alluminio rivestito in SINT™ e lama in acciaio inox AISI 304L, completa di attuatore elettromeccanico 0,37 kW e finecorsa meccanici.

CARATTERISTICHE TECNICHE (CENTOLA PORTIGLIOLA):

Prodotto da trasportare:	fanghi
Inclinazione:	0°
Portata nominale:	29.1 m ³ /h
Tipo elica:	a fascia larga
Diametro nominale elica:	400 DN
Diametro esterno elica:	377 mm
Diametro interno elica:	168 mm
Spessore elica:	20 mm
Passo elica:	377 mm
Lunghezza flangia-flangia:	6500 mm

Coperchi di tipo:	imbullonato
Portello di ispezione:	escluso
Rivestimento antiusura truogolo:	HDPE
Spessore rivestimento:	12 mm
Bocca di carico:	n. 1 tramoggia
Bocca di scarico:	n. 1 rettangolare di estremità
Dimensioni bocca di scarico:	425 x 631.5 mm
Bocca di scarico supplementare:	n. 1 quadrata
Dimensioni bocca di scarico:	425 x 425 mm
Materiale truogolo sezione a U:	AISI304L
Materiale coperchi e carpenteria:	AISI304L
Materiale spira:	Acciaio al carbonio ad alto resistenziale
Materiale bulloneria:	A2

AZIONAMENTO

Motoriduttore tipo:	ad assi paralleli
Trasmissione:	diretta
Posizione motore:	scarico
Potenza installata:	4.0 kW
Efficienza:	IE3
Rapporto di riduzione:	1/40
Velocità di rotazione:	36 rpm
Tensione:	230 – 400 V
Frequenza:	50 Hz
Poli:	4
Grado di protezione:	IP 55
Classe isolamento:	F

ACCESSORI

Tronchetto di drenaggio per scarico acque 2" filettato GAS F

N.2 valvola a ghigliottina quadrata (B1-Vgeo-101-A/B) ad ingombro ridotto (VIBQ400) apertura netta 370 x 370 mm con corpo in alluminio rivestito in SINT™ e lama in acciaio inox AISI 304L, completa di attuatore elettromeccanico 0,37 kW e finecorsa meccanici

CARATTERISTICHE TECNICHE (SAPRI):

Prodotto da trasportare:	fanghi
Inclinazione:	25°

Portata nominale:	12.1 m ³ /h
Tipo elica:	a fascia larga
Diametro nominale elica:	400 DN
Diametro esterno elica:	377 mm
Diametro interno elica:	168 mm
Spessore elica:	20 mm
Passo elica:	251 mm
Lunghezza flangia-flangia:	5000 mm
Coperchi di tipo:	imbullonato
Portello di ispezione:	escluso
Rivestimento antiusura truogolo:	HDPE
Spessore rivestimento:	12 mm
Bocca di carico:	n. 1 tramoggia
Bocca di scarico:	n. 1 rettangolare di estremità
Dimensioni bocca di scarico:	425 x 631.5 mm
Materiale truogolo sezione a U:	AISI304L
Materiale coperchi e carpenteria:	AISI304L
Materiale spira:	Acciaio al carbonio ad alto resistenziale
Materiale bulloneria:	A2
<u>AZIONAMENTO</u>	
Motoriduttore tipo:	ad assi paralleli
Trasmissione:	diretta
Posizione motore:	scarico
Potenza installata:	4.0 kW
Efficienza:	IE3
Rapporto di riduzione:	1/40
Velocità di rotazione:	36 rpm
Tensione:	230 – 400 V
Frequenza:	50 Hz
Poli:	4
Grado di protezione:	IP 55
Classe isolamento:	F
<u>ACCESSORI</u>	
Tronchetto di drenaggio per scarico acque 2" filettato GAS F	

5.1.4 B2 – Deodorizzazione

5.1.4.1 B2-PK-101 – Impianto di deodorizzazione comprensivo di pompa di ricircolo

SERVIZIO: Trattamento aria esausta da disidratazione

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Scrubber a umido

CARATTERISTICHE TECNICHE (IMPIANTI DI CENTOLA PONTIGLIOLA, ASCEA MARINA):

Dati generali

fluido: Aria

Portata in ingresso: m³/h 1.500

Temperatura in ingresso: °C ambiente

Pressione di lavoro: mbar -20 ÷ +35

Perdite di carico: mbar < 5

Concentrazione ingresso: mg/m³ - Dati ambientali

Installazione: esterna

Platea in c.a. a cura del committente

Gamma di temperatura ambientale: °C -5÷40

Atmosfera esplosiva: ATEX class. zona sicura

Dettaglio scrubber

Scrubber: N°1

Ingombro in pianta: mt 2,00 x 2,00 x H 5,00

Velocità di attraversamento: m/s 0,83

Corpi di riempimento: mc 0,40

Tempo di contatto: s >1

Equipaggiamento

Pompa di ricircolo scrubber: N° 1

Pompa dosatrice: N°1

Sonda pH: N°1

Elettrovalvola acqua: N°1

Scarico con valvola manuale: N°1

Quadro elettrico

Protezione: IP55

Esecuzione quadro: Standard

Tipologia: Quadro elettrico

Segnali di comando: Comando di abilitazione da remoto (On-Off)

PLC: Si

Comunicazione: TCP/IP

Tensione di alimentazione: 400V/50Hz/3ph/N+T

CARATTERISTICHE TECNICHE (IMPIANTI DI SAPRI, MARINA DI CAMEROTA, E CASAL VELINO):

Dati generali

fluido: Aria

Portata in ingresso: m³/h 1.000

Temperatura in ingresso: °C ambiente

Pressione di lavoro: mbar -20 ÷ +35

Perdite di carico: mbar < 5

Concentrazione ingresso: mg/m³ - Dati ambientali

Installazione: esterna

Platea in c.a. a cura del committente

Gamma di temperatura ambientale: °C -5÷40

Atmosfera esplosiva: ATEX class. zona sicura

Dettaglio scrubber

Scrubber: N°1

Ingombro in pianta: mt 2,00 x 2,00 x H 5,00

Velocità di attraversamento: m/s 0,89

Corpi di riempimento: mc 0,30

Tempo di contatto: s >1

Equipaggiamento

Pompa di ricircolo scrubber: N° 1

Pompa dosatrice: N°1

Sonda pH: N°1

Elettrovalvola acqua: N°1

Scarico con valvola manuale: N°1

Quadro elettrico

Protezione: IP55

Esecuzione quadro: Standard

Tipologia: Quadro elettrico

Segnali di comando: Comando di abilitazione da remoto (On-Off)

PLC: Si

Comunicazione: TCP/IP

Tensione di alimentazione: 400V/50Hz/3ph/N+T

La fornitura è completa di:

- VASCA DI BASE A FORMA CIRCOLARE costruita in Polipropilene con spessore da 15 a 20 mm, completa di n.1 troppo pieno, n.1 livello visivo, n.1 tronchetto scarico di fondo e un tubo di collegamento all'elettropompa di ricircolo. La colonna ha il fondo piatto e deve poggiare su superficie orizzontale, piana e liscia.
- TORRE DI ABBATTIMENTO in Polipropilene, completa di passi d'uomo per carico e scarico corpi di riempimento e flange di ingresso e uscita.
- RAMPA DI LAVAGGIO TORRE, completa di ugelli di spruzzo a cono pieno di 120° per la bagnatura uniforme del letto di corpi di riempimento.
- DEMISTER AD ALTA EFFICIENZA in materiale plastico, del tipo strutturato alveolare per separare le gocce del liquido di lavaggio trascinati dal moto del biogas.
- ELETTROPOMPA di ricircolo liquido di lavaggio per portare il liquido dalla vasca inferiore alla parte superiore dello scrubber. Le pompe sono azionate da un motore elettrico in presa diretta e la loro particolare forma costruttiva a girante aperta consente il pompaggio dei fluidi "sporchi".
- DISPOSITIVO PER IL DOSAGGIO DEI REAGENTI con regolazione della portata tramite frequenza, per dosaggio PROPORZIONALE impulsivo , Con misuratore di pH, con guarnizioni in VITON doppia valvola di non ritorno con sfera in ceramica, completa di n.1 sonda pH. Il dispositivo permette il dosaggio in automatico delle soluzioni nell'impianto.
- LETTO DI CORPI DI RIEMPIMENTO ad elevata superficie specifica in polietilene nero, disposti alla rinfusa per garantire un'ampia superficie di contatto tra gas e il liquido di lavaggio.
- TUBAZIONI di collegamento costruite in PP o PVC complete di valvole di intercettazione per il collegamento di tutte le vasche e pompe di ricircolo installate nell'impianto al fine di dare un lavoro a regola d'arte.
- DISPOSITIVO PER IL REINTEGRO AUTOMATICO DELL'ACQUA, composto da n.1 sensori di livello a Pressione con membrana in TITANIO ed una elettrovalvola collegata alla rete idrica di stabilimento (con alimentazione di acqua di rete idrica alla pressione minima di 2,5 bar). L'acqua si consuma per evaporazione in quanto l'aria entra nello scrubber normalmente non satura e dopo il trattamento di lavaggio esce satura di vapore. Un dispositivo di controllo del livello del liquido apre l'elettrovalvola collegata alla rete idrica di stabilimento e immette acqua nella vasca per ripristinare il livello (livello di lavoro). Il dispositivo oltre al livello di lavoro controlla anche i livelli di allarme (allarme basso livello e allarme alto livello).

5.1.4.2 B2-VE-101 – Ventilatore centrifugo

SERVIZIO: Aspirazione aria esausta da disidratazione

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Ventilatori assiali industriali da pannello ad alta efficienza e grande pressione con pale a passo variabile, di diametro compreso tra 350 e 630 mm, disponibili in versione mono e trifase, particolarmente adatti alla ventilazione di locali commerciali ed industriali, quali uffici, palestre,

ristoranti, discoteche, tintorie, capannoni. La costruzione comprende il pannello, di forma circolare, integrante il boccaglio di aspirazione, il motore, fissato su un supporto direttamente saldato sul pannello circolare e la girante.

CARATTERISTICHE TECNICHE (IMPIANTI DI CENTOLA PONTIGLIOLA, ASCEA MARINA):

Tipo di accoppiamento: diretto

Materiale di costruzione: AISI304

Tipo di girante: Pale rovesce curve

Motore: 2.2 Kw

Portata nominale: 1.500 mc/h

Pressione Totale: 2500 Pa

Livello sonoro A 1,5 mt IN CAMPO LIBERO: <85 Db (A)

Funzionamento sotto inverter: SI

CARATTERISTICHE TECNICHE (IMPIANTI DI SAPRI, MARINA DI CAMEROTA, E CASAL VELINO):

Tipo di accoppiamento: diretto

Materiale di costruzione: AISI304

Tipo di girante: Pale rovesce curve

Motore: 2.2 Kw

Portata nominale: 1.000 mc/h

Pressione Totale: 2500 Pa

Livello sonoro A 1,5 mt IN CAMPO LIBERO: <85 Db (A)

Funzionamento sotto inverter: SI

5.1.4.3 B2-PD-101 – Pompa dosatrice a membrana

SERVIZIO: Dosaggio acido fosforico

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: la pompa è fornita con lo scrubber B2-PK-101

5.1.5 C1 - Conferimento e stoccaggio fanghi disidratati

5.1.5.1 C1-PE-101 – Pesa a ponte

SERVIZIO: Pesatura mezzi in ingresso e uscita impianto

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Pesa a ponte in metallo idonea per la pesatura in generale sia di automezzi stradali sia di mezzi d'opera fino al massimo di 80 tonnellate in normali condizioni d'uso. La struttura di tipo isostatico a moduli indipendenti, oltre a facilitare trasporto, movimentazione e montaggio, è

garanzia di un funzionamento corretto nel tempo anche in presenza dei naturali assestamenti delle fondazioni.

La catena di misura è costituita da più celle di carico a compressione in acciaio Inox in versione analogica o digitale.

La visualizzazione del peso ed eventuali funzioni accessorie sono gestite dal terminale elettronico che con gli accessori periferici completano l'impianto di pesatura.

CARATTERISTICHE TECNICHE:

- Piattaforma m 18 X 3
- Portata kg 40000/60000
- Divisione kg 10/20
- Installazione interrata
- Materiale n.8 celle di carico digitali: acciaio inox IP68/69K.
- Botole sopra i punti di ricezione dei carichi.
- Bulloneria di fissaggio delle botole in acciaio inox, per consentire una facile rimozione nel tempo.
- carter metallici zincati.
- Regolazione dell'oscillazione del ponte tramite tamponi regolabili.
- Parti metalliche protette dalla corrosione

La pesa dovrà essere dotata almeno di:

- Kit completo di bordi longitudinali e di testata per installazione in versione interrata
- Kit lamiere di contenimento del getto in calcestruzzo con funzione di cassero
- n.8 campionature celle di carico
- Kit cavi per il collegamento delle celle di carico alla cassetta di derivazione
- Terminale di pesatura touch screen per celle di carico digitali, alimentazione 12VDC/110-240VAC
- Omologazione per impiego in transazioni commerciali, in conformita' alle vigenti leggi metriche
- Stampante termica per stampa su rotolo di carta
- Cavo schermato di collegamento da pesa a ponte a Terminale.

5.1.5.2 C1-PK-101 A/B – Vasca di stoccaggio fanghi disidratati

SERVIZIO: Scarico e accumulo fanghi disidratati in ingresso impianto

QUANTITÀ: 1 (+ 1 FUTURA INSTALLAZIONE)

DESCRIZIONE: VASCHE DI RICEVIMENTO - Vnom 30 m³

Ciascuna composta da:

- Vasca di stoccaggio per fango biologico con estrattore a fondo mobile

Dati tecnici:

- Lunghezza stoccaggio = ca. 3,5 m int.
- Larghezza stoccaggio = ca. 3,0 m int.
- Altezza stoccaggio = ca. 2,9m int.
- Altezza sottostruttura = ca. 1,4m
- VOLUME nom. = 30 m³

Serbatoio rettangolare in carpenteria dotato di sottostruttura.

Esecuzione zincata

- Coperchio per tramoggia di carico vasca

Coperchio ribaltabile 3,0 x 3,0 - Mod. ASS - HBT 33 montato sulla vasca di ricevimento fanghi disidratati comprendente:

- 1 Telaio portante in profilati ancorato tramite bulloni sul bordo della vasca larga 3,0 m interna
 - lunga 3,0 m interna
- 1 Griglia frangigrumi ca. 3 x 3 m - maglia 400 x 400 mm ca.
- 1 Coperchio ribaltabile a 90° 3,0 x 3,0 m ca. in lamiera adeguatamente rinforzata con profilati, incerniato sul lato posteriore. Azionamento coperchio tramite 1 cilindro oleodinamico collegato con il gruppo oleodinamico dell'estrattore sottostante a fondo mobile a barre, strumentato con 2 finecorsa
- 1 Protezione antispruzzi su tutti due i lati laterali dell'apertura, altezza ca. 1,5 m, adeguatamente nervata
- Esecuzione zincata a fuoco

- Sistema Fondo mobile 3,0 x 3,5

- - 1 Fondo mobile in profilati speciali rettificati con elementi di guida, albero placcato con AISI 304, supporti per pistone idraulico.
- - Unità di tenuta regolabile a premistoppa.
- - Pistone idraulico a doppio effetto con occhione.
- - Azionamento idraulico
- - Tubazione idraulica - tubi flessibili e tutti gli accessori necessari.
- Verniciatura componenti:
- Componenti interne:
- 1x 50 µm Fondo zincante epossidico bicomponente
- Componenti esterne:
- 1x 100 µm Fondo zincante epossidico bicomponente
- 1x 50 µm Intermedio epossidico bicomponente
- 1x 50 µm Finitura poliuretana bicomponente

- Centralina oleodinamica

- - Impianto idraulico per la movimentazione del coperchio ribaltabile e del fondo mobile
- Dati tecnici:
- Tipo = KSNT
- Potenza circ. princ. = 11 kW
- Serbatoio = 100 litri (Olio escluso)
- Completa di tutta la strumentazione, accessori e tubazione necessaria
- Coclea di estrazione per estrazione del fango dalla vasca.
 - Diametro = Ø 450 mm
 - Passo = 450 mm
 - Angolo di lavoro = 0°
 - Portata = ca. 10 m³/h
 - Regolazione = tramite inverter (da 2 a 10 m³/h)
 - Potenza installata = ca. 7,5 kW
 - Lunghezza = 4.000 mm ca.
- Saracinesca di intercettazione Montata alla testata di scarico della coclea. Realizzazione in AISI304. Azionamento con pistone oleodinamico a doppio effetto comandato dalla centralina del telaio slittante.
- Accessori
 - 1 Interruttore di livello max a vibrazione compatto
 - Dati tecnici:
 - Campo di temperatura - 50 . . . + 100 °C
 - Campo di pressione: - 0,5. . . 6 bar
 - Alimentazione: 24 V DC
 - Uscita: contatto di scambio privo di potenziale
 - Classe di protezione: IP 66
 - Attacchi al processo: M 20 x 1,5
 - Lunghezza: 1.500 mm
 - Materiale del sensore: PPS
 - Assorbimento: < 3,5 VA
 - 1 Sistema di pesatura
 - Con 4 celle di carico a doppia flessione e convertitore di segnale
 - Dati:
 - Classe precisione (ISO 376): 1
 - Linearità: 0,05%F.S.
 - Classe di protezione: IP67
- QUADRO ELETTRICO di potenza e di comando Asservito a ciascun impianto di ricevimento.
 - Tensione 400V AC

- Costituito da:
- 1 carpenteria di adeguate dimensioni IP54 con tutti i componenti necessari installati e cablati a morsettiera.
- 1 logica di controllo PLC S7
- Moduli di ingresso ed uscita digitali
- Moduli analogici x ingressi 4-20 mA
- 1 Pannello Touch Screen
- 1 Quadro di comando (pulsantiera).
- Incluso:
- Programmazione dei singoli processi
- Controlli allarmi impianto e funzionamento
- Archivio allarmi
- Archivio stato di funzionamento

5.1.5.3 C1-PM-101 A/B– Pompa volumetrica monovite

SERVIZIO: Sollevamento fango disidratato da bunker a essiccatori

QUANTITÀ: 1 (+ 1 FUTURA INSTALLAZIONE)

DESCRIZIONE: Pompe monovite

CARATTERISTICHE TECNICHE

- Prodotto da movimentare Fanghi disidratati al 22%
- Indice di scorrevolezza non più scorrevole
- Viscosità 5001-15000 mPas
- Percentuale di solidi 20-25 %
- Dimensione solidi ≤ 2 mm
- Densità sconosciuto, ipotizzato 1 kg/dm³
- Temperatura dei fluidi 5°C - 30°C
- Product temperature (norm.) 30°C
- Valore di pH 7
- Tipo di operazione continuo o intermittente
- Ore di servizio da definire
- Luogo d'installazione edificio chiuso, asciutto
- Altitude of installation up to 1000 m assumed
- Temperatura ambiente normale (5-40°C)

DATI PRESTAZIONALI

- Portata pressione Velocità
- 2 m³/h 5 bar 21 min-1 min
- 7 m³/h 7 bar 68 min-1 norm

- 10 m³/h 9 bar 96 min-1 max
- Coppia di avviamento 1200 Nm
- Potenza necess. sull'albero della pompa 6,1 kW
- Pressione d'ingresso della pompa Afflusso (senza pressione)
- NPSHr (Standard test) 2,13 m

MATERIALI E VERSIONI

- Installazione orizzontale
- Rotazione contatore in senso antiorario (sinistra)
- lanterna - Esecuzione con lamiera copertura
- lanterna - Materiale EN-JL 1040 (gci-25)
- Tramoggia di alimentazione - Esecuzione con separazione tramoggia, zona di compressione conica e elemento di riempimento con portello di pulizia in pos. 2
- Tramoggia di alimentazione - Materiale 1.0037 (St 37-2) / A 283 C
- Tramoggia di alimentazione – Raccordi versione 1500 x 400 mm
- Tramoggia di alimentazione – Posizione tramoggia posizione 1
- Tramoggia di alimentazione - Connessione di flussaggio DN 100 PN 16, DIN EN 1092-1, Form B
- Tramoggia di alimentazione - Attacco di flussaggio posizione Posizione 2
- bocchello di mandata - Esecuzione standard
- bocchello di mandata - Materiale EN-JL 1040 (gci-25)
- Raccordo a pressione DN 125 PN 25, DIN EN 1092-2, Form B
- Giunto - Esecuzione giunti (chiusi) incapsulati con manicotto del giunto universale incl. protezione giunto universale lato rotore, diviso 1.4021 / AISI 420
- Giunto - Materiale standard, fasce di tenuta 1.4301
- Giunto - Materiale manicotto NBR - Perbunan
- asta di accoppiamento - Esecuzione c/ segmento coclea sul lato statore
- asta di accoppiamento - Materiale 1.0037 (St 37-2) / A 283 C
- coclea di alimentazione cava - Esecuzione rinforzato con anello di irrigidimento
- coclea di alimentazione cava - Materiale 1.0037 (St 37-2) / A 283 C
- rotore - Esecuzione standard
- rotore - materiale 1.0503 (C45) / 576 - 1045
- rotore - Rivestimento rivestimento cromo duttile
- statore - Esecuzione Versione Equal Wall, con TSE, camicia sensore 1.4404
- statore - Materiale NBR - Perbunan
- tenuta dell'albero baderna
- Esecuzione standard
- Corpo - materiale EN-JL 1040 (gci-25)
- Baderna - materiale ramiè, PTFE / olio di silicone

- albero ad innesto - Esecuzione rivestimento cromo duttile,
- anello paraspruzzi NBR
- albero ad innesto - Materiale 1,4021 / 420 SS
- Reg. vite - Esecuzione standard

AZIONAMENTO

- Tipologia Motoriduttore collegato al conv. di freq. (Convertitore di frequenza non incluso)
- prodotto Nord
- Tipo SK72FVL-180MP/4
- Forma costruttiva M1
- Rapporto di demoltiplicazione (i) 21.72
- Velocità 68 min-1
- Norm Min Max
- Velocità 68 min-1 21 min-1 96 min-1
- Regime nominale del motore 1480 min-1 464 min-1 2090 min-1
- Frequenza 50 Hz 16 Hz 71 Hz
- Potenza nominale 18,5 kW
- Power factor 0.84
- Velocità nominale 1480 min-1
- Accensione direttamente sul convertitore di frequenza
- Classe di efficienza IE3
- Terminal box position acc. to supplier 1
- Cable entry position acc. to supplier I
- tensione 400/690 V
- Frequenza nominale 50Hz
- Rated current 34 / 19,6
- Protezione IP55
- Classe termica F
- Protezione degli avvolgimenti TF - Thermistor
- Il convertitore di frequenza deve disporre di una caratteristica U/f lineare (coppia costante). È necessario un apparecchio che garantisca una capacità minima di sovraccarico di 150% per almeno 60s. (Vedi dati tecnici del convertitore di frequenza)

PIASTRA BASE

- Esecuzione Versione BV con LS
- Materiale acciaio verniciato
- Tipo BV-ST-LS

DISPOSITIVO DI PROTEZIONE CONTRO IL FUNZIONAMENTO A SECCO (TSE)

- Versione standard

- Versione completa, composta da:
 - - Camicia sensore montata nello statore della pompa con sensore di temperatura integrato
 - - Testa di connessione (IP55)
 - - Centralina TSE separata per montaggio nell'armadio di comando
- tensione 24V DC
- Coefficiente termico NTC
- Materiale camicia sensore 1.4404 / 316 L SS
- Materiale testa di accoppiamento Alluminio

PRESSURE SENSOR/SWITCH (PRESSURE SIDE)

- Esecuzione Pressure sensor
- rivestimento Thread-in casing, long Measuring cell Viton 1.4404
- Range di misurazione 0...20 bar
 - -24 bis 100 °C
 - -24 bis 85 °C
- Connessione al processo G ½" transistor
- Posizione di montaggio pressure side piping
- Segnale in uscita 1 n-aperto/n-chiuso (PNP/NPN)
- Segnale in uscita 2 4-20 mA
- Tensione di alimentazione 24 V DC

5.1.6 C2 - Sezione di essiccazione

5.1.6.1 C2-TR-101 – Coclea di trasporto

SERVIZIO: Trasporto fango disidratato

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Il trasportatore a coclea si compone di una spirale di grande spessore, senza albero, che ruota all'interno di una canale componibile di forma ad "U" con fondo rivestito in polietilene ad alta densità, ad usura ridotta, facilmente sostituibile, particolarità che garantisce il perfetto rendimento del trasportatore nel tempo.

La spirale interna a fascia larga è ricavata da un unico spezzone di piatto metallico con procedimento di formatura meccanica a freddo in continuo; questa particolare lavorazione permette di evitare la presenza di saldature, che costituirebbero critici punti di usura, tra la fascia esterna e quella interna della spira, garantendo maggior resistenza e conseguentemente l'aumento della vita della coclea stessa.

Grazie a questo processo di lavorazione è quindi possibile ridurre lo spessore della spira senza comprometterne le caratteristiche di resistenza meccanica. Ciò comporta un alleggerimento di tutta la struttura, con conseguente riduzione dei carichi gravanti sul sistema di trasmissione e sulla

zona di strisciamento dell'elica, garantendo a propria volta un'apprezzabile/considerevole riduzione dell'usura e dei costi di manutenzione.

La spirale interna così costruita potrà quindi essere a passo fisso oppure o a passo variabile in modo costante, caratteristica ottenuta nel processo di formatura meccanico sopra descritto che, sempre in assenza di saldature intermedie, consente di aumentare in modo progressivo il passo della coclea, garantendo un trasporto omogeneo del materiale con la graduale riduzione del riempimento interno della coclea.

Questa particolare caratteristica permette di aumentare il rendimento del trasportatore (soprattutto nelle applicazioni con inclinazioni superiori ai 15°) migliorando il trasporto del materiale e riducendo il rischio di possibili intasamenti della bocca di scarico finale.

Il trasportatore a coclea è fornito completo di truogolo, tramoggia di raccolta del fango disidratato e bocca di scarico.

CARATTERISTICHE TECNICHE:

Prodotto da trasportare:	fanghi
Inclinazione:	0°
Portata nominale:	12.5 m ³ /h
Tipo elica:	a fascia larga
Diametro nominale elica:	300 DN
Diametro esterno elica:	277 mm
Diametro interno elica:	101 mm
Spessore elica:	15 mm
Passo elica:	277 mm
Lunghezza flangia-flangia:	13000 mm
Coperchi di tipo:	imbullonato
Portello di ispezione:	escluso
Rivestimento antiusura truogolo:	HDPE
Spessore rivestimento:	8 mm
Bocca di carico:	n. 1 tramoggia
Bocca di scarico:	n. 1 rettangolare di estremità
Dimensioni bocca di scarico:	325 x 474 mm
Bocca di scarico supplementare	N.1 quadrata
Dimensioni bocca di scarico	325 x 325 mm
Materiale truogolo sezione a U:	AISI304L
Materiale coperchi e carpenteria:	AISI304L
Materiale spira:	Acciaio al carbonio ad alto resistenziale

Materiale bulloneria:	A2
<u>AZIONAMENTO</u>	
Motoriduttore tipo:	ad assi paralleli
Trasmissione:	diretta
Posizione motore:	scarico
Potenza installata:	4 kW
Efficienza:	IE3
Rapporto di riduzione:	1/40
Velocità di rotazione:	36 rpm
Tensione:	230 – 400 V
Frequenza:	50 Hz
Poli:	4
Grado di protezione:	IP 55
Classe isolamento:	F

ACCESSORI

Tronchetto di drenaggio per scarico acque 2" filettato GAS F

N.2 valvola a ghigliottina quadrata (C2-Vgeo-101 A/B) ad ingombro ridotto (VIBQ400) apertura netta 270 x 270 mm con corpo in alluminio rivestito in SINT™ e lama in acciaio inox AISI 304L, completa di attuatore elettromeccanico 0,37 kW e fincorsa meccanici.

ROMPIGRUMI

- Il rompigrumi DLP rappresenta la soluzione ideale per la rottura di materiali che tendono a formare grumi.
- La veloce rotazione di speciali coltelli attraverso una griglia fissa determina lo sminuzzamento del grumo.
- La presenza di due rotori consente di ottenere portate elevate.
- La macchina si compone di:
 - Motorizzazione: testata motrice flangiata alla base.
 - Trasmissione a catena: serve per trasmettere il moto ad uno dei due alberi portacoltelli.
 - Trasmissione ad ingranaggi: trasmette il moto al secondo rotore.
 - Carter: serve per proteggere tutti gli organi di trasmissione.
 - Supporti di estremità: sono provvisti di gruppi di tenuta a premibaderna in modo da impedire fuoriuscita di polvere.
 - Basamento
 - Griglia: facilmente asportabile, consente il passaggio della polvere e dei grumi di pezzature inferiore alle maglie della griglia ovvero < 5 mm
 - Rotori portacoltelli: sono provvisti di coltelli (in Domex 690 antiusura per la versione in Fe oppure in AISI per le altre versioni) opportunamente sagomati e distanziati.

- - Corpo macchina: realizzato in acciaio al carbonio o in AISI, completo di flangia superiore e inferiore, al cui interno sono alloggiati i due rotor rompigrumi e la griglia.
- Materiale AISI 304L
- Grandezza 350 mm
- Griglia Con griglia
- Riduttore S41
- Rapporto di riduzione 10
- Potenza 3,0 kW
- Numero poli 04
- Tensione-Frequenza 220-240/380-420V 50HZ 440-480V 60HZ IE3

5.1.6.2 C2-BD-101 A/B– Bioessiccatore

SERVIZIO: Essiccamento fanghi

QUANTITÀ: 1 (+ 1 FUTURA INSTALLAZIONE)

DESCRIZIONE: Bioessiccamento dei fanghi disidratati che vengono rapidamente riscaldati sfruttando le fasi iniziali di un processo di compostaggio. L'essiccazione è favorita dal calore prodotto dal processo biologico e dall'aerazione forzata. Il sistema è dotato di sensori e apparecchiature che consentono di massimizzare il recupero del calore naturale del processo biologico di compostaggio, minimizzando la richiesta di calore da fonte esterna.

La macchina è costituita da diverse apparecchiature assemblate in tre blocchi principali:

- la camera di reazione, messa in rotazione da un motore collegato ad un asse di rotazione longitudinale;
- l'impiantistica a corredo rappresentata dal sistema di insufflazione e aspirazione dell'aria di processo, completo di scambiatori di calore;
- il quadro elettrico che include i moduli necessari per l'automazione e la gestione automatica del processo di essiccazione.

In aggiunta, il comparto di bioessiccazione è completato dagli impianti necessari per il funzionamento del processo quali:

- coclee di alimentazione del fango disidratato all'essiccatore;
- trasportatore del fango essiccato;
- rete di produzione e trasporto di aria compressa;
- scambiatore di calore aria-aria;
- scambiatore di calore aria-acqua;
- connessioni per reti acqua e acqua di scarico;
- quadro elettrico di alimentazione delle utenze diverse dal bioessiccamento.

Una volta effettuato il carico della macchina, il sistema di automazione avvia il processo di essiccazione biologica che si divide in tre fasi:

- FASE 1: l'obiettivo della prima fase è quello di incrementare la temperatura del fango fino al valore desiderato per l'inizio della seconda fase, solitamente 62 °C. Durante questa parte del processo, una minima quantità di aria viene insufflata nel reattore ad intervalli variabili: la cadenza e la durata degli intervalli è decisa dal programma di automazione del bioessiccatore sulla base dei valori assunti da determinate variabili di esercizio monitorate. Questa fase ha solitamente una durata compresa tra le 8 e le 14 ore a seconda della temperatura e della composizione chimica del fango in ingresso. La portata d'aria durante questa parte di processo è variabile tra 700 e 1600 Nm³/h.
- FASE 2: essiccazione biologica. Durante questa fase una portata d'aria compresa tra 1000 e 3000 Nm³/h, viene insufflata ad intermittenza nell'essiccatore, con l'obiettivo di rimuovere quanta più acqua possibile, mantenendo il più possibile costante la temperatura del fango, sfruttando il calore prodotto dai batteri presenti nel fango stesso. Il valore di portata oraria effettiva è mediamente pari a 1800 Nm³/h.
- FASE 3: Una volta terminata la fase di essiccazione biologica, si avvia il processo di essiccazione tradizionale mediante insufflazione di aria a bassa umidità riscaldata sfruttando il calore prodotto da una caldaia. Diversamente dalle fasi precedenti, la portata di aria insufflata è costante durante tutto il processo, con un valore nominale di 4000 Nm³/h.

CARATTERISTICHE TECNICHE:

- capacità volumetrica: 26 m³
- massima capacità di trattamento: 8 ton
- peso a vuoto: 12000 kg
- peso massimo (macchina + fango): 23000 kg
- LxLxA: 12.2x3x3.6 m
- tipo di processo. Batch
- durata del processo: 40-60 ore
- tempo di esercizio/anno: 8000 h
- max materiale in ingresso: 1200 t/y
- max materiale in uscita: 326 t/y
- temperatura di processo: 10-85 °C
- ST nel materiale in ingresso minimo: 20%
- ST nel materiale in uscita: da 60% a 90 %
- Categoria del materiale in uscita: classe A
- Max temperatura acqua di processo: 30 °C
- pH acqua di processo: 6.5-8
- pressione acqua di processo: 5 bar
- pressione aria compressa: 8 bar

- certificazione CE

MATERIALI:

Il BioDryer è composto da una struttura esterna in acciaio verniciato per prevenire la corrosione della ruggine e la perdita di resistenza, e parti interne in acciaio inossidabile AISI 304L e AISI 304.

L'AISI 304L viene utilizzato quando è necessario un processo di saldatura. L'acciaio inossidabile impedisce un rapido deterioramento. Il reattore si presenta come un tamburo rotante ottagonale ed è movimentato da motoriduttori, inoltre, collegato a un sistema di aerazione. I punti di carico e scarico sono presenti su un lato dell'ottagono.

Il sistema dell'aria è composto da due soffianti, tubi in polipropilene (PPH) e due scambiatori di calore. Il primo ventilatore centrifugo soffia l'aria all'interno del Biodryer e fornisce ossigeno per il processo. Il secondo soffiante aspira l'aria di scarico e il vapore formato durante il processo.

Il PPH garantisce resistenza agli agenti chimici aggressivi e ha anche una buona resistenza alle alte temperature, fino a 230 ° F.

MOTORE ELETTRICO:

- Tensione: 400 – 480 V
- Frequenza: 50 – 60 Hz
- Corrente: 100 A
- Motore rotazione autofrenante: 18 kW
- Motore ventilatore centrifugo: 2x7.5 kW
- Motore pompa a lobi: 0.25 Kw

ACCESSORI:

- elettrovalvola per sezionamento dryer da circuito acqua calda
- strumentazione necessaria per la gestione in automatico del processo di bioessiccamento
 - misuratore di velocità dell'aria a filo caldo
 - n. 5 sonde di temperatura dell'aria
 - n. 8 sonde di temperatura del fango
 - n. 4 misuratori di pressione dell'aria
 - misuratore di umidità del fango

5.1.6.3 C2-TC-101 – Redler

SERVIZIO: Trasporto materiale fango essiccato a cassone di stoccaggio

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Trasportatore a catena per il conferimento dei fanghi essiccati nel cassonetto di raccolta. È incluso deviatore di flusso pneumatico (rif. C2-DFp-101) per la distribuzione del fango nel cassone di stoccaggio

CARATTERISTICHE TECNICHE:

- portata: 3 t/h

- Densità 1,2 kg/dm³
 - Spessore fondo 3 mm
 - Spessore fianco 3/3 + 10 mm
 - Spessore coperchio tegolo 2 mm
 - Lunghezza 17 m
 - Temperatura di esercizio 70°
 - velocità 0.3 m/s
 - potenza installata: 4.00 kW
-
- Catena: forgiata p.101,6mm con raschiatori e palette di trasporto in 235JR
 - Alberi di trasmissione e rinvio in acciaio C40
 - Corona con denti temprati Z8 in S355JR
 - Ruota condotta in S355JR
 - Componenti
 - Guida catena in HARDOX450
 - Barre laterali interne in HARDOX450
 - Coppo di pulizia sulla ruota condotta
 - Coppo anti-pioggia esterno
 - Supporti lato motore e folle tipo UCF
 - N.2 Ingresso std.
 - N.1 Scarico std.

È incluso **n. 1 deviatore di flusso (rif. C2-DFp-101) ad azionamento pneumatico** necessario a garantire una distribuzione uniforme del fango essiccato all'interno del cassone di stoccaggio.

5.1.6.4 C2-CR-101 – Gruppo compressore a pistoni

SERVIZIO: Fornitura aria di servizio per utenze essiccatore

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Gruppo compressore a pistoni

CARATTERISTICHE TECNICHE

- portata: 200 L/min
- pressione: 8 bar
- potenza installata: 1.50 kW
- Classe di efficienza del motore IE3
- Velocità motore principale 2960 1/min
- Classe di protezione del motore IP 55
- Alimentazione elettrica 400V / 3 / 50Hz

- Temperatura di mandata oltre la temperatura ambiente (a +20°C, 30% umid. rel.): 6 K

5.1.7 C3 – Caldaia

5.1.7.1 C3-PK-101 – Caldaia a GPL

SERVIZIO: Produzione calore per riscaldamento acqua per scambio termico

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Centrale termica con accumulo da 1000 litri e circuito secondario

Fornitura modulo prefabbricato in struttura di contenimento da esterno, posizionabile a cielo aperto in conformità alla Norme di Prevenzione Incendi (D.M. 08-11-19), adatto a contenere una Caldaia con accumulo inerziale, pompa secondaria e relative apparecchiature di servizio per l'impianto di riscaldamento.

CARATTERISITICHE TECNICHE

• Potenza termica nominale a 80/60 °C, gas naturale ¹⁾	kW	54-274
• Potenza termica nominale a 50/30 °C, gas naturale ¹⁾	kW	58-299
• Potenza termica nominale a 80/60 °C, propano ²⁾	kW	83-274
• Potenza termica nominale a 50/30 °C, propano ²⁾	kW	93-299
• Carico termico nominale con gas naturale ³⁾	kW	54-282
• Carico termico nominale con propano ²⁾	kW	87-282
• Pressione di esercizio riscaldamento min/max (PMS)	bar	1/8
• Temperatura d'esercizio max (T _{max})	°C	95
• Contenuto acqua caldaia (V _{g20})	l	472
• Resistenza di portata caldaia		
• Quantità minima acqua circolante	l/h	-
• Peso caldaia (senza contenuto acqua, incl. rivestimento)	kg	770
• Rendimento caldaia a 80/60 °C a pieno carico (PCI/PCS) ⁴⁾	%	98.2/98.5
• Rendimento caldaia al 30 % di carico parziale (EN 15502) (PCI/PCS) ⁴⁾	%	109.2/98.4
• Efficienza energetica del riscaldamento ambiente		
- senza regolazione	η _s %	94
- con regolazione	η _s %	96
- con regolazione e sensore ambiente	η _s %	98
- consumo di energia annuale	Q _{HE} GJ	505
• Classe NOx (EN 15502)		-
• Emissioni di ossido di azoto (EN 15502) (PCS)	NOx mg/kWh	39
• Emissioni di monossido di carbonio a 50/30 °C (riferiti al 3 % di O ₂)	CO mg/Nm ³	18
• Contenuto di O ₂ nei fumi con potenza termica nominale min/max	%	5.5/5.8
• Perdite al mantello a bruciatore spento Pstby	Watt	750
• Dimensioni		
• Pressione dinamica del gas min/max		
- Gas naturale E/LL	mbar	17.4-80
- Propano	mbar	37-57
• Pressione entrata gas max (pressione statica)	mbar	80
• Potenza allacciata gas con 15 °C/1013 mbar:		
- Gas naturale E - (W _o = 15.0 kWh/m ³) PCI = 9.7 kWh/m ³	m ³ /h	5.6-29.1
- Gas naturale LL (G25) - (W _o = 12.4 kWh/m ³) PCI = 8.13 kWh/m ³	m ³ /h	6.6-34.7
- Propano (G31) PCI = 24.4 kWh/m ³ ²⁾	m ³ /h	3.6-11.6
• Tensione di esercizio	V/Hz	1 x 230/50
• Potenza elettrica assorbita min/max	Watt	51/365
• Stand-by	Watt	5
• Grado di protezione	IP	20
• Temperatura ambiente consentita durante l'esercizio	°C	5-40
• Livello di potenza sonora		
- Rumorosità dell'impianto (EN 15036, parte 1) (dipendente dall'aria ambiente)	dB(A)	73
- Rumore dei fumi emesso allo sbocco (DIN 45635, parte 47) (dipendente/indipendente dall'aria ambiente)	dB(A)	71
- Livello di pressione acustica rumorosità impianto (valore indicativo dipendente da condizioni di installazione)	dB(A)	63
• Quantità di condensa (gas naturale) a 50/30 °C	l/h	22
• Valore del pH della condensa (circa)	pH	4.2
• Tipo		
• Impianto di evacuazione dei fumi		
- Classe di temperatura		T120
- Portata massica fumi a carico termico nominale max (secco)	kg/h	445
- Portata massica fumi a carico termico nominale min (secco)	kg/h	85
- Temperatura fumi con potenza termica nominale max e 80/60 °C	°C	64
- Temperatura fumi con potenza termica nominale max e 50/30 °C	°C	43
- Temperatura fumi con potenza termica nominale min e 50/30 °C	°C	29
- Temperatura max consentita dell'aria comburente	°C	48
- Portata in volume aria comburente	Nm ³ /h	364
- Pressione massima di mandata per immissione dell'aria comburente e condotto fumi	Pa	130
- Tiraggio/depressione massimi al raccordo fumi	Pa	-50

¹⁾ Riferito a gas naturale G20 (100 % di metano). Con una percentuale di idrogeno (H₂) fino al 20 %, in linea con DVGW ZP3100 (D), è possibile una riduzione della potenza fino al 7 %.

²⁾ Dati riferiti a PCI, dati con riserva

³⁾ Dati riferiti a PCI. La serie di caldaie è testata per la regolazione EE/H. Con una regolazione di fabbrica su un indice di Wobbe di 15.0 kWh/m³ è possibile il funzionamento nell'intervallo dell'indice di Wobbe compreso tra 12.0 e 15.7 kWh/m³ senza eseguire nuove regolazioni.

⁴⁾ Conversione secondo EN 15502-1, allegato J

CARATTERISTICHE MODULO DI CONTENIMENTO

- Pannellatura esterna in lamiera zincata verniciata;
- Pannellatura esterna in lamiera zincata verniciata;
- Coibentazione pannellatura laterale escluso pavimento e tetto con lana di roccia incombustibile classe A1 di reazione al fuoco secondo EN 13501-1, D.tà 100 Kg/mc, spessore complessivo 20 mm;
- Profili e giunti in alluminio a spigolo vivo, verniciati;
- Basamento in tubolare di ferro verniciato;
- Porte con sistema di apertura standard dotate di 2 maniglie di chiusura con chiave;
- Pavimento in lamiera di alluminio mandorlata spessore 2+1 mm;
- Tetto di copertura in lamiera zincata verniciato;
- Dimensioni esterne: (LxPxH): 4400x2400x2800 mm (H compreso il basamento (2700 + 100 mm)).

CARATTERISTICHE CONNESSIONI IDRAULICHE

- Tubazioni riscaldamento in ferro al carbonio S.S. verniciate colore nero;
- Tubazioni gas metano in ferro al carbonio S.S. verniciate colore giallo;
- Tubazioni scarico condensa in materiale plastico.

ASSEMBLAGGIO IDRAULICO

- Caldaia;
- Kit di sicurezza Inail completo di VIC;
- Circuito primario di collegamento caldaia ad accumulo inerziale completo di valvole a farfalla e ritegno flangiata a servizio della pompa primaria;
- Pompa primaria;
- Accumulo inerziale da 1000 litri;
- Circuito primario di collegamento accumulo inerziale in uscita dal box completo di valvole a farfalla e ritegno flangiata a servizio della pompa secondaria;
- Pompa secondaria;
- Vaso espansione secondario da 400L;
- Kit neutralizzazione condensa;
- Valvolame ed accessori idraulici di collegamento.
- Sfiati, valvolame ed accessori idraulici di collegamento, compresa valvola riduttrice di pressione;
- Tubazione di scarico condensa realizzata in materiale plastico convogliata all'esterno del box.

ASSEMBLAGGIO ALIMENTAZIONE GAS

- Circuito primario completo di collegamento alla caldaia;
- Valvole d'intercettazione e giunti antivibranti;
- Valvola generale gas esterna al box;

- Rubinetto portamanometro gas con pulsante di apertura, completo di manometro gas, scala 0-60 mbar;

SISTEMA EVAQUAZIONE GAS COMBUSTI

- Camino in acciaio inox monoparete con uscita a tetto;

ACCESSORI PER CABLAGGIO ELETTRICO

- Fornitura e cablaggio quadro elettrico interno per l'alimentazione della caldaia e di tutte le apparecchiature presenti nel box. Tensione di alimentazione monofase 230VAC-50Hz;
- Cablaggio pompa secondaria. Tensione di alimentazione trifase 400VAC-50Hz;
- Cablaggio organi di sicurezza Inail;
- Scatola di derivazione esterna e sezionatore generale;
- Cablaggio di 2 contatti puliti da morsettiera esterna a caldaia;
- Cablaggio di 1 segnale 0-10 V da morsettiera esterna a caldaia;
- Cablaggio di 2 relè stato caldaia e relativi contatti puliti in morsettiera esterna;
- Cablaggio scheda GLT con segnale 0-10V in morsettiera esterna.
- Impianto d'illuminazione installato con plafoniere stagne ed ignifughe, in grado di garantire una luminosità sufficiente.

5.1.7.2 C3-VP-101 – Vaporizzatore

SERVIZIO: Passaggio stato gas GPL

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Vaporizzatore ad acqua adatto a tutti i tipi di gas GPL, con scambiatore di calore a serpentina in versione elettrica.

CARATTERISTICHE TECNICHE:

portata: 40 kg/h

tensione: 380/400V

potenza: 8 kW

classificazione ATEX

attacco lato gas in: ½"

attacco lato gas out: ½"

larghezza: 400 mm

profondità: 250 mm

altezza: 900 mm

peso: 23 kg

pressione di progetto: 3 bar

pressione di collaudo: 4.5 bar

temperatura di progetto: -10/+105°C

capacità: 7 L

La fornitura è comprensiva di:

- Scambiatore di calore;
- Resistenza elettrica;
- Riempimento acqua;
- Scarico acqua;
- Termometro acqua;
- Spia indicatore livello visivo;
- Valvola in ingresso liquido;
- Sonda temperatura acqua;
- Valvola sicurezza gas;
- Vaso esterno aperto d'espansione 1.7 L;
- Agganci per supporto.

5.1.8 C4 – Deodorizzazione

5.1.8.1 C4-PK-101 – Impianto di deodorizzazione comprensivo di pompa di ricircolo

SERVIZIO: Trattamento aria esausta da essicamento

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Scrubber a umido

CARATTERISTICHE TECNICHE:

Dati generali

fluido: Aria

Portata in ingresso: m³/h 8.500

Temperatura in ingresso: °C ambiente

Pressione di lavoro: mbar -20 ÷ +35

Perdite di carico: mbar < 5

Concentrazione ingresso: mg/m³ - Dati ambientali

Installazione: esterna

Platea in c.a. a cura del committente

Gamma di temperatura ambientale: °C -5÷40

Atmosfera esplosiva: ATEX class. zona sicura

Dettaglio scrubber

Scrubber: N°1

Ingombro in pianta: mt 1,50 x 1,50 x H 6,00

Velocità di attraversamento: m/s 1,53

Corpi di riempimento: mc 2,40

Altezza di ogni stadio 1.5 m

Tipo di fluido abbattente: acqua con dosaggio teorico di acido solforico

Tempo di contatto: s >1

Equipaggiamento

Pompa di ricircolo scrubber: N° 1

Pompa dosatrice: N°1

Sonda pH: N°1

Elettrovalvola acqua: N°1

Scarico con valvola manuale: N°1

Indicatore di livello

Rotametro

Separatore di gocce

Flussimetro

Quadro elettrico

Protezione: IP55

Esecuzione quadro: Standard

Tipologia: Quadro elettrico

Segnali di comando: Comando di abilitazione da remoto (On-Off)

PLC: Si

Comunicazione: TCP/IP

Tensione di alimentazione: 400V/50Hz/3ph/N+T

La fornitura è completa di:

- VASCA DI BASE A FORMA CIRCOLARE costruita in Polipropilene con spessore da 15 a 20 mm, completa di n.1 troppo pieno, n.1 livello visivo, n.1 tronchetto scarico di fondo e un tubo di collegamento all'elettropompa di ricircolo. La colonna ha il fondo piatto e deve poggiare su superficie orizzontale, piana e liscia.
- TORRE DI ABBATTIMENTO in Polipropilene, completa di passi d'uomo per carico e scarico corpi di riempimento e flange di ingresso e uscita.
- RAMPA DI LAVAGGIO TORRE, completa di ugelli di spruzzo a cono pieno di 120° per la bagnatura uniforme del letto di corpi di riempimento.
- DEMISTER AD ALTA EFFICIENZA in materiale plastico, del tipo strutturato alveolare per separare le gocce del liquido di lavaggio trascinati dal moto del biogas.

- ELETTROPOMPA di ricircolo liquido di lavaggio per portare il liquido dalla vasca inferiore alla parte superiore dello scrubber. Le pompe sono azionate da un motore elettrico in presa diretta e la loro particolare forma costruttiva a girante aperta consente il pompaggio dei fluidi "sporchi".
- DISPOSITIVO PER IL DOSAGGIO DEI REAGENTI con regolazione della portata tramite frequenza, per dosaggio PROPORZIONALE impulsivo , Con misuratore di pH, con guarnizioni in VITON doppia valvola di non ritorno con sfera in ceramica, completa di n.1 sonda pH. Il dispositivo permette il dosaggio in automatico delle soluzioni nell'impianto.
- LETTO DI CORPI DI RIEMPIMENTO ad elevata superficie specifica in polietilene nero, disposti alla rinfusa per garantire un'ampia superficie di contatto tra gas e il liquido di lavaggio.
- TUBAZIONI di collegamento costruite in PP o PVC complete di valvole di intercettazione per il collegamento di tutte le vasche e pompe di ricircolo installate nell'impianto al fine di dare un lavoro a regola d'arte.
- DISPOSITIVO PER IL REINTEGRO AUTOMATICO DELL'ACQUA, composto da n.1 sensori di livello a Pressione con membrana in TITANIO ed una elettrovalvola collegata alla rete idrica di stabilimento (con alimentazione di acqua di rete idrica alla pressione minima di 2,5 bar). L'acqua si consuma per evaporazione in quanto l'aria entra nello scrubber normalmente non satura e dopo il trattamento di lavaggio esce satura di vapore. Un dispositivo di controllo del livello del liquido apre l'elettrovalvola collegata alla rete idrica di stabilimento e immette acqua nella vasca per ripristinare il livello (livello di lavoro). Il dispositivo oltre al livello di lavoro controlla anche i livelli di allarme (allarme basso livello e allarme alto livello).

5.1.8.2 C4-VE-101 – Ventilatore centrifugo

SERVIZIO: Aspirazione aria esausta da disidratazione

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Ventilatori assiali industriali da pannello ad alta efficienza e grande pressione con pale a passo variabile, di diametro compreso tra 350 e 630 mm, disponibili in versione mono e trifase, particolarmente adatti alla ventilazione di locali commerciali ed industriali, quali uffici, palestre, ristoranti, discoteche, tintorie, capannoni. La costruzione comprende il pannello, di forma circolare, integrante il boccaglio di aspirazione, il motore, fissato su un supporto direttamente saldato sul pannello circolare e la girante.

CARATTERISTICHE TECNICHE:

Tipo di accoppiamento: diretto

Materiale di costruzione: AISI304

Tipo di girante: Pale rovesce curve

Motore: 11 Kw

Portata nominale: 9.000 mc/h

Pressione Totale: 3500 Pa

Livello sonoro A 1,5 mt IN CAMPO LIBERO: <85 Db (A)

Funzionamento sotto inverter: SI

5.1.8.3 C4-PD-101 – Pompa dosatrice a membrana

SERVIZIO: Dosaggio acido fosforico

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: la pompa è fornita con lo scrubber C4-PK-101

5.1.8.4 C4-PK-10 – Biofiltro

SERVIZIO: Trattamento aria esausta da essiccamento

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Biofiltro

CARATTERISTICHE TECNICHE:

Dati generali

Natura: Aria

Portata in ingresso: Nm³/h 8.500

Temperatura in ingresso: °C 35

Pressione di lavoro: mbar >10

Perdite di carico: mbar < 10

Inquinante: - Dati ambientali

Installazione: esterna

Platea in c.a. a cura del committente

Gamma di temperatura ambientale: °C -5÷40

Atmosfera esplosiva: ATEX class. zona sicura Dati biofiltro

Carico Specifico: m³/h/m³ 100

Altezza materiale filtrante: mt 1,33

Materiale filtrante: m³ 100

Superficie biofiltro: m² 64

Tempo di contatto: sec 36

Letto filtrante: miscela calibrata cippato legnoso

Dettaglio biofiltro

Dimensioni di massima interne: mt 4,90 x 13,00 x H2,00

Materiale di costruzione: Pannelli sandwich

Struttura di sostegno: AISI 304

Centralina programmazione sistema di umidificazione: N° 1

Sistema d'umidificazione materiale: N°1

Alimentazione elettrica

Potenza installata: kW -

Tensione di alimentazione: 400/3/50+N+T

Quadro elettrico: A bordo scrubber

Efficienza di abbattimento		
Sostanze	Ingresso	Eff. Di rimozione
H2S	10 ppm	99%
NH3	30 ppm	95%
Dimetilsolfuri	1 ppm	90%
Mercaptani	4 ppm	90%
Concentrazione degli odori in ingresso (ou/m3)		Efficienza di rimozione odori %
>50.000		>96
20.000-50.000		92-96
1.000-20.000		85-95
<1.000		54-86

La fornitura è comprensiva di:

- PARETI BIOFILTRO modulari composte da pannelli coibentati con spessore 40 mm e solida struttura di contenimento costruita in acciaio inox AISI 304 con profilo a OMEGA. I pannelli con parete esterna in FE verniciato e isolante interno serve a mantenere la temperatura costante al letto filtrante favorendo una maggiore resa di abbattimento.
- IMPERMEABILIZZAZIONE vasca con tela gommata in PVC da 600 g/m² con apposita tasca per l'evacuazione del percolato e tessuto non tessuto per il fondo, L'impermeabilizzazione isola le pareti di contenimento dal letto filtrante impedendo il contatto del percolato (chimicamente aggressivo) con le parete e quindi evitare la loro veloce corrosione e lo sversamento nelle zona adiacenti del percolato stesso.
- SET SUPPORTI MODULARI per sostegno letto filtrante realizzati in polietilene alta densità rigenerato con resistenza a compressione con spessore complessivo sopra al modulo da 40 a 250 cm paria a 5 ton/mq. Le fessure ben distribuite sulla parte laterale dei moduli assicurano una bassa velocità di emissione d'aria nel letto filtrante evitando così la creazione di passaggi preferenziali dell'aria nel letto e conseguente riduzione dell'efficienza di abbattimento.
- RETE IRRIGAZIONE PROGRAMMABILE A GOCCIA completa tubi in polietilene con gocciolatori intrusi atti al rilascio graduale dell'acqua. Il rilascio graduale avviene grazie al passaggio dell'acqua attraverso minuscoli labirinti che ne rallentano la velocità. La rete è comprensiva di elettrovalvola e centralina programmabile per mantenere umido il letto filtrante
- MATERIALE FILTRANTE costituito da miscela vegetale calibrata di cippato di legno, opportunamente inoculato con ceppi batterici VORTICELLE CONV, EPISTILIS ROT, ecc. adatti alla metabolizzazione degli inquinanti e odori.
- STRUMENTAZIONE:
 - C4-TIT-101: sensore di temperatura nel materiale biofiltrante;
 - C4-AIT-101: sensore di umidità nel materiale biofiltrante;
 - C4-CD-101: Centralina di acquisizione e trasmissione dati con palina di supporto e capottina parasole (2 segnali da 2 sensori).

5.1.9 D1 – Sistemazioni esterne e reti interrante

5.1.9.1 D1-PK-101 – Gruppo pressurizzazione

SERVIZIO: Rilancio acqua potabile

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: I gruppi di pressione sono stazioni di pompaggio a velocità variabile assemblate con due fino ad un max di quattro pompe multistadio verticali, non autoadescenti, accoppiate con motore standard normalizzato. La parte idraulica è integralmente in acciaio inossidabile. La tenuta meccanica standard è sostituibile senza rimuovere il motore dalla pompa.

Ciascuna pompa è equipaggiata con il convertitore di frequenza per cui il funzionamento a velocità variabile si ha su tutte le pompe. Questi tipi di sistemi migliorano il comfort per l'utente finale, riducendo l'emissione di rumori e garantendo la riduzione di quello che è definito "colpo d'ariete", grazie allo spegnimento graduale delle pompe. L'avviamento delle pompe è automatico, secondo le richieste dell'impianto. Ogni pompa è dotata di un trasmettitore di pressione che garantisce la lettura della pressione e il dato registrato è trasmesso al convertitore di frequenza. La pompa modula la sua velocità sulla richiesta dell'impianto. L'alternanza dell'avvio delle pompe è fatta in modo automatico attraverso un tempo impostato (parametro disponibile nel convertitore di frequenza). L'avvio e la fermata delle pompe sono determinati in base alle pressioni impostate come valore di set nel menù del convertitore di frequenza.

CARATTERISTICHE TECNICHE:

PRESTAZIONI

N° pompe in funzione:	1
N° pompe riserva:	1
Frequenza:	50 Hz
Portata (per singola pompa):	6.01 l/s
Prevalenza:	54.0 m
Rendimento idraulico:	69.0 %
Rendimento totale:	62.3 %
Potenza assorbita dalla rete (P1):	5.12 kW
Potenza assorbita all'albero (P2):	4.620 kW

DATI CARATTERISTICI GRUPPO

Temperatura del liquido pompato:	da -10°C a +80°C
Temperatura ambiente:	da 0°C a +40°C
Pressione massima d'esercizio:	16 bar

DATI CARATTERISTICI MOTORE ELETTRICO

Potenza nominale (per singola pompa):	5,5 kW
Corrente nominale (per singola pompa):	10,4 A

Avvolgimento:	2 Poli
Tensione:	3x400 V
Frequenza:	50 Hz
Protezione:	IP 55
Classe isolamento:	F
<u>MATERIALI GRUPPO</u>	
Collettori:	AISI 304
Valvole intercettazione:	Ottone nichelato
Valvole di non ritorno:	Ottone
Pressostati:	Acciaio zincato/AISI301
Trasmettitori di pressione:	AISI 304
Calotte/tappi:	AISI 304/316
Raccorderia:	AISI 316
Staffa:	Acciaio zincato-verniciato
Base:	Acciaio verniciato

DATI CARATTERISTICI INVERTER

Grado di protezione:	IP 55
Controllo:	tramite un segnale esterno 4-20mA o 0-10V
Protocolli di comunicazione:	BACnet e Modbus

DATI CARATTERISTICI QUADRO

Grado di protezione:	IP 55
Materiale:	Polycarbonato o metallico

Caratteristiche principali:

Interruttore automatico con protezione magnetotermica per ciascun convertitore di frequenza. Protezione contro la marcia a secco. Il controllo del livello può essere fatto tramite galleggiante, pressostato di minima, contatto esterno o tramite sonde di livello.

DESCRIZIONE COMPONENTI PRINCIPALI GRUPPO

- Valvole principali d'intercettazione poste in aspirazione e mandata di ciascuna pompa, del tipo a sfera fino alla misura di 2" compreso. Per diametri superiori del tipo a farfalla da inserire tra le flange.
- Valvola di ritegno sul lato di mandata di ciascuna pompa del tipo a molla fino alla misura di 2", oltre di tipo a doppio battente.
- Collettore d'aspirazione con estremità filettate o flangiate secondo il tipo di gruppo (vedere disegni). Attacco filettato per il carico d'acqua.

- Collettore di mandata con estremità filettate o flangiate secondo il tipo di gruppo. Presenta attacchi filettati R1" con relative calotte per il collegamento di eventuali kit vasi d'espansione a membrana (idrotuba).
- Manometro e trasmettitori di controllo posti sul collettore di mandata del gruppo.
- Quadro elettrico di comando.
- Raccorderia varia di collegamento.
- Base di supporto per gruppo pompe e staffa portaquadro.
- Piedini antivibranti dimensionati a seconda del gruppo. In alcuni gruppi, il montaggio è a cura del cliente.

5.1.9.2 D1-PK-102 – Gruppo pressurizzazione

SERVIZIO: Rilancio acqua potabile

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: I gruppi di pressione sono stazioni di pompaggio a velocità variabile assemblate con due fino ad un max di quattro pompe multistadio verticali, non autoadescanti, accoppiate con motore standard normalizzato. La parte idraulica è integralmente in acciaio inossidabile. La tenuta meccanica standard è sostituibile senza rimuovere il motore dalla pompa.

Ciascuna pompa è equipaggiata con il convertitore di frequenza per cui il funzionamento a velocità variabile si ha su tutte le pompe. Questi tipi di sistemi migliorano il comfort per l'utente finale, riducendo l'emissione di rumori e garantendo la riduzione di quello che è definito "colpo d'ariete", grazie allo spegnimento graduale delle pompe. L'avviamento delle pompe è automatico, secondo le richieste dell'impianto. Ogni pompa è dotata di un trasmettitore di pressione che garantisce la lettura della pressione e il dato registrato è trasmesso al convertitore di frequenza. La pompa modula la sua velocità sulla richiesta dell'impianto. L'alternanza dell'avvio delle pompe è fatta in modo automatico attraverso un tempo impostato (parametro disponibile nel convertitore di frequenza). L'avvio e la fermata delle pompe sono determinati in base alle pressioni impostate come valore di set nel menù del convertitore di frequenza.

CARATTERISTICHE TECNICHE:

PRESTAZIONI

N° pompe in funzione:	1
N° pompe riserva:	1
Frequenza:	50 Hz
Portata (per singola pompa):	8.75 l/s
Prevalenza:	56.2 m
Rendimento idraulico:	74.6 %
Rendimento totale:	67.6 %
Potenza assorbita dalla rete (P1):	7.13 kW

Potenza assorbita all'albero (P2):	6.46 kW
<u>DATI CARATTERISTICI GRUPPO</u>	
Temperatura del liquido pompato:	da -10°C a +80°C
Temperatura ambiente:	da 0°C a +40°C
Pressione massima d'esercizio:	16 bar

DATI CARATTERISTICI MOTORE ELETTRICO

Potenza nominale (per singola pompa):	7.5 kW
Corrente nominale (per singola pompa):	14.1 A
Avvolgimento:	2 Poli
Tensione:	3x400 V
Frequenza:	50 Hz
Protezione:	IP 55
Classe isolamento:	F

MATERIALI GRUPPO

Collettori:	AISI 304
Valvole intercettazione:	Epoxy
Valvole di non ritorno:	Ghisa verniciata
Pressostati:	Acciaio zincato/AISI301
Trasmettitori di pressione:	AISI 304
Calotte/tappi:	AISI 304/316
Raccorderia:	AISI 316
Staffa:	Acciaio verniciato
Base:	Acciaio verniciato

DATI CARATTERISTICI INVERTER

Grado di protezione:	IP 55
Controllo:	tramite un segnale esterno 4-20mA o 0-10V
Protocolli di comunicazione:	BACnet e Modbus

DATI CARATTERISTICI QUADRO

Grado di protezione:	IP 55
Materiale:	Polycarbonato o metallico
Caratteristiche principali:	

Interruttore automatico con protezione magnetotermica per ciascun convertitore di frequenza. Protezione contro la marcia a secco. Il controllo del livello può essere fatto tramite galleggiante, pressostato di minima, contatto esterno o tramite sonde di livello.

DESCRIZIONE COMPONENTI PRINCIPALI GRUPPO

- Valvole principali d'intercettazione poste in aspirazione e mandata di ciascuna pompa, del tipo a sfera fino alla misura di 2" compreso. Per diametri superiori del tipo a farfalla da inserire tra le flange.
- Valvola di ritegno sul lato di mandata di ciascuna pompa del tipo a molla fino alla misura di 2", oltre di tipo a doppio battente.
- Collettore d'aspirazione con estremità filettate o flangiate secondo il tipo di gruppo (vedere disegni). Attacco filettato per il carico d'acqua.
- Collettore di mandata con estremità filettate o flangiate secondo il tipo di gruppo. Presenta attacchi filettati R1" con relative calotte per il collegamento di eventuali kit vasi d'espansione a membrana (idrotuba).
- Manometro e trasmettitori di controllo posti sul collettore di mandata del gruppo.
- Quadro elettrico di comando.
- Raccorderia varia di collegamento.
- Base di supporto per gruppo pompe e staffa portaquadro.
- Piedini antivibranti dimensionati a seconda del gruppo. In alcuni gruppi, il montaggio è a cura del cliente.

5.1.9.3 D1-PK-103 – Vasca di accumulo e pretrattamento prima pioggia

SERVIZIO: Accumulo e pretrattamento prima pioggia

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: L'impianto Prima Pioggia è un trattamento monoblocco, in discontinuo, completo in quanto composto da: pozzetto by-pass di separazione 1-2 pioggia, sensore di pioggia, vasca accumulo prima pioggia con elettrovalvola a farfalla e pompa sommersa di rilancio, disoleatore integrato con pacchi lamellari e filtro a coalescenza (UNI EN 858 CLASSE I), con allarme accumulo oli, quadro elettrico di comando e controllo con relè programmabile. Inoltre, il monoblocco sarà provvisto di selle di appoggio integrate al manufatto per permettere una maggiore stabilità in fase di posa e installazione.

Gli impianti, realizzati in P.R.F.V. (resina poliestere rinforzata con fibra di vetro), garantiscono acque in uscita con limiti di accettabilità della Tab.4 All 5 del D.Lgs 152/06 per scarico al suolo.

DATI TECNICI:

Diametro =2 m

Lunghezza = 6,60 m

Peso=930 kg

Quadro elettrico: 1 soll.Ritardato + sensore pioggia + allarme ottico acustico oli + elettrovalvola 240V

Valvola farfalla DN200 PN10 con motore elettrico 24V AC/DC completa di kit flangia d200

Sensore pioggia 240V

Pompa da 0,55 kW dai seguenti punti di lavoro:

POTENZA NOMINALE		Q = PORTATA											
		l/min	0	80	100	150	175	200	225	260	300	400	450
kW	HP	H = PREVALENZA TOTALE IN METRI COLONNA ACQUA											
		m ³ /h	0	4,8	6	9	10,5	12	13,5	15,6	18	24	27
0,55	0,75	9,1	7,1	6,6	5,1	4,4	3,7	3,0	2,0				

5.2 STRUMENTI

5.2.1 A1 – Disidratazione meccanica

5.2.1.1 A1-FIT-101 – Misuratore elettromagnetico di portata

SERVIZIO: Misura della portata di fango alimentata a disidratazione fanghi

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Misuratore di portata di tipo elettromagnetico per la misurazione di acque potabili e/o reflue contenenti solidi sospesi

CARATTERISTICHE TECNICHE:

- Diametro nominale: DN80
- Scartamento: secondo normativa DVGW
- Attacco al processo: flangiato secondo EN 1092-1
- Materiale flange: saldate, in Acciaio al carbonio, con rivestimento superficiale in Zn/Al
- Pressione nominale: PN 16
- Corpo: alluminio pressofuso rivestito, acciaio al carbonio verniciato
- Rivestimento: gomma dura
- Elettrodi: 4 elettrodi (2 di misura, 1 per rilevazione tubo parzialmente pieno, 1 per equalizzazione potenziale) in acciaio inox 1.4435/316L
- Temperatura liquido: da 0 a +80 °C per rivestimento in gomma dura
- Grado di protezione: IP66/67
- Design: Sensore con trasmettitore in versione compatta con cavi di collegamento sensore-trasmettitore lunghi 10 m
- Installazione 0DN

CARATTERISTICHE TECNICHE TRASMETTITORE:

- Custodia: in alluminio rivestito
- Grado di protezione: IP66/67
- Alimentazione: multitensione 100-240 V 50/60 Hz; 24V 50/60 Hz; 24 V c.c.
- Display: grafico; 4 linee retroilluminato con indicazioni locali programmabili liberamente

- Configurazione: sia Locale da tastiera a 3 pulsanti ottici (Touch Control), per programmazione senza necessità di apertura del case, sia locale/remota con PC tramite interfaccia Webserver integrata.
- Indicazione locale in caso di anomalia, messaggi in chiaro e cambio colore retroilluminazione
- Segnali ingresso/uscita isolati galvanicamente tra loro, configurabili liberamente, di tipo: Profibus DP
- Precisione: $\pm 0,5\%$ v.i. con certificato di taratura standard di fabbrica
- Dinamica di misura: 1000:1
- Webserver integrato, per accesso, senza necessità di tools hardware specifici o software aggiuntivi, al menu di programmazione ed alla diagnostica, utilizzando un qualsiasi browser internet (Chrome, Edge, Explorer, ecc.)
- Interfaccia Ethernet RJ45 per accesso al Webserver
- Interfaccia WLAN opzionale per accesso al Webserver senza collegamento filare, quindi senza apertura del case
- Funzioni Smart del misuratore:
 - Testi multilingua
 - Misura trend della conducibilità
 - Calcolo portata massica (con valore di densità liberamente programmabile)
 - 3 Totalizzatori liberamente programmabili (monodirezionali o bidirezionali)
 - Salvataggio configurazione su memoria display,
 - Salvataggio dati di fabbrica sensore su memoria EEPROM,
 - Rilevazione tubo parzialmente pieno,
 - Funzione taglio bassa portata liberamente programmabile,
 - Sistema di verifica della funzionalità strumentale integrato, in accordo alla DIN EN ISO 9001:2008 e con metodica approvata e certificata da ente ispettivo indipendente

5.2.1.2 A1-FIT-102 – Misuratore elettromagnetico di portata

SERVIZIO: Misura della portata di polielettrolita alimentata a disidratazione fanghi

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Misuratore di portata di tipo elettromagnetico per la misurazione di acque potabili e/o reflue contenenti solidi sospesi

CARATTERISTICHE TECNICHE:

- Diametro nominale: DN32
- Scartamento: secondo normativa DVGW
- Attacco al processo: flangiato secondo EN 1092-1
- Materiale flange: saldate, in Acciaio al carbonio, con rivestimento superficiale in Zn/Al
- Pressione nominale: PN 16

- Corpo: alluminio pressofuso rivestito, acciaio al carbonio verniciato
- Rivestimento: gomma dura
- Elettrodi: 4 elettrodi (2 di misura, 1 per rilevazione tubo parzialmente pieno, 1 per equalizzazione potenziale) in acciaio inox 1.4435/316L
- Temperatura liquido: da 0 a +80 °C per rivestimento in gomma dura
- Grado di protezione: IP66/67
- Design: Sensore con trasmettitore in versione compatta con cavi di collegamento sensore-trasmettitore lunghi 10 m
- Installazione ODN

CARATTERISTICHE TECNICHE TRASMETTITORE:

- Custodia: in alluminio rivestito
- Grado di protezione: IP66/67
- Alimentazione: multitemperatura 100-240 V 50/60 Hz; 24V 50/60 Hz; 24 V c.c.
- Display: grafico; 4 linee retroilluminato con indicazioni locali programmabili liberamente
- Configurazione: sia Locale da tastiera a 3 pulsanti ottici (Touch Control), per programmazione senza necessità di apertura del case, sia locale/remota con PC tramite interfaccia Webserver integrata.
- Indicazione locale in caso di anomalia, messaggi in chiaro e cambio colore retroilluminazione
- Segnali ingresso/uscita isolati galvanicamente tra loro, configurabili liberamente, di tipo: Profibus DP
- Precisione: $\pm 0,5\%$ v.i. con certificato di taratura standard di fabbrica
- Dinamica di misura: 1000:1
- Webserver integrato, per accesso, senza necessità di tools hardware specifici o software aggiuntivi, al menu di programmazione ed alla diagnostica, utilizzando un qualsiasi browser internet (Chrome, Edge, Explorer, ecc.)
- Interfaccia Ethernet RJ45 per accesso al Webserver
- Interfaccia WLAN opzionale per accesso al Webserver senza collegamento filare, quindi senza apertura del case
- Funzioni Smart del misuratore:
 - Testi multilingua
 - Misura trend della conducibilità
 - Calcolo portata massica (con valore di densità liberamente programmabile)
 - 3 Totalizzatori liberamente programmabili (monodirezionali o bidirezionali)
 - Salvataggio configurazione su memoria display,
 - Salvataggio dati di fabbrica sensore su memoria EEPROM,
 - Rilevazione tubo parzialmente pieno,
 - Funzione taglio bassa portata liberamente programmabile,

- Sistema di verifica della funzionalità strumentale integrato, in accordo alla DIN EN ISO 9001:2008 e con metodica approvata e certificata da ente ispettivo indipendente

5.2.2 A2 – Deodorizzazione

5.2.2.1 A2-PIT-101 – Sensore di pressione piezoresistivo

SERVIZIO: Misura della pressione dell'aria in ingresso allo scrubber

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Sensore di pressione piezoresistivo

CARATTERISTICHE TECNICHE:

- Campo di misura: 400mbar/40kPa/6psi relativo
- Calibrazione; unità: 0,3%;
- Classe di protezione: IP66
- Uso: per area sicura
- Attacco al processo: filetto ISO228 G 1/2" foro 11.4 mm, 316L
- Custodia: acciaio inox AISI 316L
- Guarnizioni del sensore: FKM Viton
- Connessione elettrica: Connettore M12, IP65/67 NEMA tipo 4X Encl.
- Uscita, controllo: 4-20 mA

5.2.3 B1 – Disidratazione meccanica

5.2.3.1 B1-FIT-101 – Misuratore elettromagnetico di portata

SERVIZIO: Misura della portata di fango alimentata a disidratazione fanghi

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Misuratore di portata di tipo elettromagnetico per la misurazione di acque potabili e/o reflue contenenti solidi sospesi

CARATTERISTICHE TECNICHE:

- Diametro nominale: DN80
- Scartamento: secondo normativa DVGW
- Attacco al processo: flangiato secondo EN 1092-1
- Materiale flange: saldate, in Acciaio al carbonio, con rivestimento superficiale in Zn/Al
- Pressione nominale: PN 16
- Corpo: alluminio pressofuso rivestito, acciaio al carbonio verniciato
- Rivestimento: gomma dura
- Elettrodi: 4 elettrodi (2 di misura, 1 per rilevazione tubo parzialmente pieno, 1 per equalizzazione potenziale) in acciaio inox 1.4435/316L
- Temperatura liquido: da 0 a +80 °C per rivestimento in gomma dura
- Grado di protezione: IP66/67

- Design: Sensore con trasmettitore in versione compatta con cavi di collegamento sensore-trasmettitore lunghi 10 m
- Installazione ODN

CARATTERISTICHE TECNICHE TRASMETTITORE:

- Custodia: in alluminio rivestito
- Grado di protezione: IP66/67
- Alimentazione: multitemperatura 100-240 V 50/60 Hz; 24V 50/60 Hz; 24 V c.c.
- Display: grafico; 4 linee retroilluminato con indicazioni locali programmabili liberamente
- Configurazione: sia Locale da tastiera a 3 pulsanti ottici (Touch Control), per programmazione senza necessità di apertura del case, sia locale/remota con PC tramite interfaccia Webserver integrata.
- Indicazione locale in caso di anomalia, messaggi in chiaro e cambio colore retroilluminazione
- Segnali ingresso/uscita isolati galvanicamente tra loro, configurabili liberamente, di tipo: ProfiBus DP
- Precisione: $\pm 0,5\%$ v.i. con certificato di taratura standard di fabbrica
- Dinamica di misura: 1000:1
- Webserver integrato, per accesso, senza necessità di tools hardware specifici o software aggiuntivi, al menu di programmazione ed alla diagnostica, utilizzando un qualsiasi browser internet (Chrome, Edge, Explorer, ecc.)
- Interfaccia Ethernet RJ45 per accesso al Webserver
- Interfaccia WLAN opzionale per accesso al Webserver senza collegamento filare, quindi senza apertura del case
- Funzioni Smart del misuratore:
 - Testi multilingua
 - Misura trend della conducibilità
 - Calcolo portata massica (con valore di densità liberamente programmabile)
 - 3 Totalizzatori liberamente programmabili (monodirezionali o bidirezionali)
 - Salvataggio configurazione su memoria display,
 - Salvataggio dati di fabbrica sensore su memoria EEPROM,
 - Rilevazione tubo parzialmente pieno,
 - Funzione taglio bassa portata liberamente programmabile,
 - Sistema di verifica della funzionalità strumentale integrato, in accordo alla DIN EN ISO 9001:2008 e con metodica approvata e certificata da ente ispettivo indipendente

5.2.3.2 B1-FIT-102 – Misuratore elettromagnetico di portata

SERVIZIO: Misura della portata di polielettrolita alimentata a disidratazione fanghi

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Misuratore di portata di tipo elettromagnetico per la misurazione di acque potabili e/o reflue contenenti solidi sospesi

CARATTERISTICHE TECNICHE:

- Diametro nominale: DN32
- Scartamento: secondo normativa DVGW
- Attacco al processo: flangiato secondo EN 1092-1
- Materiale flange: saldate, in Acciaio al carbonio, con rivestimento superficiale in Zn/Al
- Pressione nominale: PN 16
- Corpo: alluminio pressofuso rivestito, acciaio al carbonio verniciato
- Rivestimento: gomma dura
- Elettrodi: 4 elettrodi (2 di misura, 1 per rilevazione tubo parzialmente pieno, 1 per equalizzazione potenziale) in acciaio inox 1.4435/316L
- Temperatura liquido: da 0 a +80 °C per rivestimento in gomma dura
- Grado di protezione: IP66/67
- Design: Sensore con trasmettitore in versione compatta con cavi di collegamento sensore-trasmettitore lunghi 10 m
- Installazione 0DN

CARATTERISTICHE TECNICHE TRASMETTITORE:

- Custodia: in alluminio rivestito
- Grado di protezione: IP66/67
- Alimentazione: multitemperatura 100-240 V 50/60 Hz; 24V 50/60 Hz; 24 V c.c.
- Display: grafico; 4 linee retroilluminato con indicazioni locali programmabili liberamente
- Configurazione: sia Locale da tastiera a 3 pulsanti ottici (Touch Control), per programmazione senza necessità di apertura del case, sia locale/remota con PC tramite interfaccia Webserver integrata.
- Indicazione locale in caso di anomalia, messaggi in chiaro e cambio colore retroilluminazione
- Segnali ingresso/uscita isolati galvanicamente tra loro, configurabili liberamente, di tipo: ProfiBus DP
- Precisione: $\pm 0,5\%$ v.i. con certificato di taratura standard di fabbrica
- Dinamica di misura: 1000:1
- Webserver integrato, per accesso, senza necessità di tools hardware specifici o software aggiuntivi, al menu di programmazione ed alla diagnostica, utilizzando un qualsiasi browser internet (Chrome, Edge, Explorer, ecc.)
- Interfaccia Ethernet RJ45 per accesso al Webserver
- Interfaccia WLAN opzionale per accesso al Webserver senza collegamento filare, quindi senza apertura del case
- Funzioni Smart del misuratore:

- Testi multilingua
- Misura trend della conducibilità
- Calcolo portata massica (con valore di densità liberamente programmabile)
- 3 Totalizzatori liberamente programmabili (monodirezionali o bidirezionali)
- Salvataggio configurazione su memoria display,
- Salvataggio dati di fabbrica sensore su memoria EEPROM,
- Rilevazione tubo parzialmente pieno,
- Funzione taglio bassa portata liberamente programmabile,
- Sistema di verifica della funzionalità strumentale integrato, in accordo alla DIN EN ISO 9001:2008 e con metodica approvata e certificata da ente ispettivo indipendente

5.2.4 B2 – Deodorizzazione

5.2.4.1 B2-PIT-101 – Sensore di pressione piezoresistivo

SERVIZIO: Misura della pressione dell'aria in ingresso allo scrubber

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Sensore di pressione piezoresistivo

CARATTERISTICHE TECNICHE:

- Campo di misura: 400mbar/40kPa/6psi relativo
- Calibrazione; unità: 0,3%;
- Classe di protezione: IP66
- Uso: per area sicura
- Attacco al processo: filetto ISO228 G 1/2" foro 11.4 mm, 316L
- Custodia: acciaio inox AISI 316L
- Guarnizioni del sensore: FKM Viton
- Connessione elettrica: Connettore M12, IP65/67 NEMA tipo 4X Encl.
- Uscita, controllo: 4-20 mA

5.2.5 C1 - Conferimento e stoccaggio fanghi disidratati

5.2.5.1 C1-LIT-101 A/B – Misuratore di livello radar

SERVIZIO: Misura di livello nei bunker di stoccaggio fanghi

QUANTITÀ: 1 (+ 1 FUTURA INSTALLAZIONE)

DESCRIZIONE: Misura di livello continua e non a contatto, ideale per il settore del trattamento dell'acqua e delle acque reflue e per le applicazioni in tutte le industrie. Grazie al design compatto con un unico chip, il dispositivo può inoltre essere utilizzato in spazi ridotti.

Vantaggi:

- Radar non a contatto con applicazione Bluetooth® per la messa in servizio, il funzionamento e la manutenzione.

- Radar compatto grazie al disegno con chip unico che offre la perfetta adattabilità in spazi ridotti
- Ideale per il settore del trattamento dell'acqua e delle acque reflue e per le applicazioni di tutte le industrie (IP66/68)
- Il corpo completamente in PVDF è adatto a resistere alle condizioni esterne, il cablaggio a tenuta stagna e gli elementi elettronici completamente resinati impediscono l'ingresso dell'acqua e consentono di lavorare in condizioni ambientali severe
- Configurazione semplice con tre parametri principali adatti alla maggior parte delle applicazioni
- Accesso wireless remoto, semplice e sicuro tramite Bluetooth®

CARATTERISTICHE TECNICHE:

- Principio di misura: radar
- Alimentazione: 220 V
- Tecnologia bifilare 4...20 mA + Bluetooth
- Operatività e configurazione tramite Bluetooth con l'utilizzo di App gratuita per dispositivi con Android o iOS (oppure tramite HART)
- Temperatura di processo: da -40 a +80 °C
- Campo di misura massimo: liberamente configurabile fino a 10 m
- Precisione: ±2 mm
- Risoluzione: 1mm
- Frequenza di misura: 26 GHz
- Sensore/trasmittitore in corpo unico in PVDF completamente saldato e resinato, con protezione IP66/68 – NEMA6P.
- Antenna con diametro 40mm
- Attacco al processo posteriore (per supporto) filettato G1 (secondo ISO228) in PVDF
- Attacco al processo anteriore (lato processo) filettato 1-½"G (secondo ISO228 per antenna diam. 40mm) in PVDF
- Lunghezza cavo 10m

Completo di staffa di fissaggio a parete

5.2.6 C2 - Sezione di essiccazione

5.2.6.1 C2-LIT-101 – Misuratore di livello radar

SERVIZIO: Misura di livello nei bunker di stoccaggio fanghi

QUANTITÀ: 2

DESCRIZIONE: Misura di livello continua e non a contatto, ideale per il settore del trattamento dell'acqua e delle acque reflue e per le applicazioni in tutte le industrie. Grazie al design compatto con un unico chip, il dispositivo può inoltre essere utilizzato in spazi ridotti.

Vantaggi:

- Radar non a contatto con applicazione Bluetooth® per la messa in servizio, il funzionamento e la manutenzione.
- Radar compatto grazie al disegno con chip unico che offre la perfetta adattabilità in spazi ridotti
- Ideale per il settore del trattamento dell'acqua e delle acque reflue e per le applicazioni di tutte le industrie (IP66/68)
- Il corpo completamente in PVDF è adatto a resistere alle condizioni esterne, il cablaggio a tenuta stagna e gli elementi elettronici completamente resinati impediscono l'ingresso dell'acqua e consentono di lavorare in condizioni ambientali severe
- Configurazione semplice con tre parametri principali adatti alla maggior parte delle applicazioni
- Accesso wireless remoto, semplice e sicuro tramite Bluetooth®

CARATTERISTICHE TECNICHE:

- Principio di misura: radar
- Alimentazione: 220 V
- Tecnologia bifilare 4...20 mA + Bluetooth
- Operatività e configurazione tramite Bluetooth con l'utilizzo di App gratuita per dispositivi con Android o iOS (oppure tramite HART)
- Temperatura di processo: da -40 a +80 °C
- Campo di misura massimo: liberamente configurabile fino a 10 m
- Precisione: ±2 mm
- Risoluzione: 1mm
- Frequenza di misura: 26 GHz
- Sensore/trasmittitore in corpo unico in PVDF completamente saldato e resinato, con protezione IP66/68 – NEMA6P.
- Antenna con diametro 40mm
- Attacco al processo posteriore (per supporto) filettato G1 (secondo ISO228) in PVDF
- Attacco al processo anteriore (lato processo) filettato 1-½"G (secondo ISO228 per antenna diam. 40mm) in PVDF
- Lunghezza cavo 10m

Completo di staffa di fissaggio a parete

5.2.7 C3 – Caldaia

5.2.7.1 C3-PI-101 – Manometro

SERVIZIO: Misura della pressione del GPL in uscita dalla caldaia

QUANTITÀ: 1

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: 50 bar
- Temperatura max. di lavoro: 70 °C
- Densità: $\geq 0.8 \text{ g/cm}^3$

5.2.8 C4 – Deodorizzazione

5.2.8.1 C4-PIT-101 – Sensore di pressione piezoresistivo

SERVIZIO: Misura della pressione in ingresso al biofiltro

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Sensore di pressione piezoresistivo

CARATTERISTICHE TECNICHE:

- Campo di misura: 400mbar/40kPa/6psi relativo
- Calibrazione; unità: 0,3%;
- Classe di protezione: IP66
- Uso: per area sicura
- Attacco al processo: filetto ISO228 G 1/2" foro 11.4 mm, 316L
- Custodia: acciaio inox AISI 316L
- Guarnizioni del sensore: FKM Viton
- Connessione elettrica: Connettore M12, IP65/67 NEMA tipo 4X Encl.

Uscita, controllo: 4-20 mA

5.2.8.2 C4-TIT-101 – Sensore di temperatura

SERVIZIO: Misura della temperatura nel biofiltro

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Sensore di temperatura compreso nella fornitura del biofiltro C4-PK-102.

5.2.8.3 C4-AIT-101 – Sensore di temperatura

SERVIZIO: Misura dell'umidità nel biofiltro

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Sensore di umidità compreso nella fornitura del biofiltro C4-PK-102.

5.2.8.4 C4-CD-101 – Centralina acquisizione e trasmissione dati

SERVIZIO: acquisizione e trasmissione dati sonde biofiltro C4-TIT/AIT-101

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Centralina compresa nella fornitura del biofiltro C4-PK-102.

5.3 ORGANI DI REGOLAZIONE

5.3.1 A1 – Disidratazione meccanica

5.3.1.1 A1-Vgeo-101-A/B – Valvola a ghigliottina quadrata con attuatore elettrico ON/OFF

SERVIZIO: Apertura bocchetta di scarico coclea fango per scarico in cassoni

QUANTITÀ: 2

DESCRIZIONE: Valvola a ghigliottina quadrata con attuatore elettrico ON/OFF fornita con le coclee A1-TR-102

5.3.2 B1 – Disidratazione meccanica

5.3.2.1 B1-Vgeo-101-A/B – Valvola a ghigliottina quadrata con attuatore elettrico ON/OFF

SERVIZIO: Apertura bocchetta di scarico coclea fango per scarico in cassoni

QUANTITÀ: 2

DESCRIZIONE: Valvola a ghigliottina quadrata con attuatore elettrico ON/OFF fornita con le coclee A1-TR-102

5.3.3 C2 - Sezione di essiccazione

5.3.3.1 C2-Vgeo-101-A/B – Valvola a ghigliottina quadrata con attuatore elettrico ON/OFF

SERVIZIO: Apertura bocchetta di scarico coclea fango per scarico in bioessiccatori

QUANTITÀ: 2

DESCRIZIONE: Valvola a ghigliottina quadrata con attuatore elettrico ON/OFF fornita con le coclee C2-TR-101

5.3.3.2 C2-EVso-101-A/B – Elettrovalvola a solenoide

SERVIZIO: Alimentazione acqua tecnica a biodryer

QUANTITÀ: 1 (+ 1 FUTURA INSTALLAZIONE)

DESCRIZIONE: Elettrovalvola servo-azionata normalmente chiusa a membrana guidata, con passaggio interno pieno.

CARATTERISTICHE TECNICHE:

- Pressione massima ammissibile: 16 bar
- Tempo di apertura: ≈300 ms
- Tempo di chiusura: ≈1000 ms
- Temperatura fluido: -30...+120 °C
- Diametro nominale: DN15
- Attacchi: filettati G1
- Azionamento: solenoide

MATERIALI:

- Corpo valvola: ottone

- Armatura: acciaio inox
- Tubo armatura: acciaio inox
- Fermo armatura: acciaio inox
- Molle: acciaio inox
- O-ring: EPDM
- Otturatore: EPDM
- Membrana: EPDM
- Anello sfasamento magnetico: rame

ELETTROMAGNETE:

- Impregnazione bobina: resina poliesteri
- Materiale di inglobamento: PBT (polibutilene-tereftalato) caricato vetro
- Classe di isolamento: F
- Temperatura ambiente: -10...+60°C
- Connessioni elettriche: DIN 46340 – connettore 3 poli
- Grado di protezione: IP 65 con connettore
- Tensione di alimentazione: 12-24V DC

5.3.3.3 C2-EVso-102-A/B – Elettrovalvola a solenoide

SERVIZIO: Alimentazione acqua calda a dryer

QUANTITÀ: 1 (+ 1 FUTURA INSTALLAZIONE)

DESCRIZIONE: Elettrovalvola servo-azionata normalmente chiusa a membrana guidata, con passaggio interno pieno.

CARATTERISTICHE TECNICHE:

- Pressione massima ammissibile: 16 bar
- Tempo di apertura: ≈300 ms
- Tempo di chiusura: ≈1000 ms
- Temperatura fluido: -30...+120 °C
- Diametro nominale: DN80
- Attacchi: filettati G1
- Azionamento: solenoide

MATERIALI:

- Corpo valvola: ottone
- Armatura: acciaio inox
- Tubo armatura: acciaio inox
- Fermo armatura: acciaio inox
- Molle: acciaio inox
- O-ring: EPDM
- Otturatore: EPDM
- Membrana: EPDM
- Anello sfasamento magnetico: rame

ELETTROMAGNETE:

- Impregnazione bobina: resina poliestere
- Materiale di inglobamento: PBT (polibutilene-tereftalato) caricato vetro
- Classe di isolamento: F
- Temperatura ambiente: -10...+60°C
- Connessioni elettriche: DIN 46340 – connettore 3 poli
- Grado di protezione: IP 65 con connettore
- Tensione di alimentazione: 12-24V DC

5.3.3.4 C2-DFp-101 – Valvola a Y pneumatica

SERVIZIO: Deviatore di flusso pneumatico per scarico fanghi essiccati in cassone

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Deviatore di flusso pneumatico compreso nella fornitura del redler C2-TC-101.

5.3.4 C3 – Caldaia

5.3.4.1 C3-EVso-101 – Elettrovalvola a solenoide

SERVIZIO: Alimentazione GPL a caldaia

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Elettrovalvola servo-azionata normalmente chiusa a membrana guidata, con passaggio interno pieno.

CARATTERISTICHE TECNICHE:

- Pressione massima ammissibile: 16 bar
- Tempo di apertura: ≈300 ms
- Tempo di chiusura: ≈1000 ms
- Temperatura gas: 0...+120 °C
- Diametro nominale: DN80
- Attacchi: filettati G1
- Azionamento: solenoide

MATERIALI:

- Corpo valvola: ottone
- Armatura: acciaio inox
- Tubo armatura: acciaio inox
- Fermo armatura: acciaio inox
- Molle: acciaio inox
- O-ring: EPDM
- Otturatore: EPDM
- Membrana: EPDM
- Anello sfasamento magnetico: rame

ELETTROMAGNETE:

- Impregnazione bobina: resina poliestere
- Materiale di inglobamento: PBT (polibutilene-tereftalato) caricato vetro

- Classe di isolamento: F
- Temperatura ambiente: -10...+60°C
- Connessioni elettriche: DIN 46340 – connettore 3 poli
- Grado di protezione: IP 65 con connettore
- Tensione di alimentazione: 12-24V DC

5.3.4.2 C3-EVso-102 – Elettrovalvola a solenoide

SERVIZIO: Alimentazione acqua potabile a caldaia

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Elettrovalvola servo-azionata normalmente chiusa a membrana guidata, con passaggio interno pieno.

CARATTERISTICHE TECNICHE:

- Pressione massima ammissibile: 16 bar
- Tempo di apertura: ≈300 ms
- Tempo di chiusura: ≈1000 ms
- Temperatura fluido: -30...+120 °C
- Diametro nominale: DN20
- Attacchi: filettati G1
- Azionamento: solenoide

MATERIALI:

- Corpo valvola: ottone
- Armatura: acciaio inox
- Tubo armatura: acciaio inox
- Fermo armatura: acciaio inox
- Molle: acciaio inox
- O-ring: EPDM
- Otturatore: EPDM
- Membrana: EPDM
- Anello sfasamento magnetico: rame

ELETTROMAGNETE:

- Impregnazione bobina: resina poliestere
- Materiale di inglobamento: PBT (polibutilene-tereftalato) caricato vetro
- Classe di isolamento: F
- Temperatura ambiente: -10...+60°C
- Connessioni elettriche: DIN 46340 – connettore 3 poli
- Grado di protezione: IP 65 con connettore
- Tensione di alimentazione: 12-24V DC

5.3.5 C4 – Deodorizzazione

5.3.5.1 C4-EVso-101 – Elettrovalvola a solenoide

SERVIZIO: Alimentazione acqua tecnica a scrubber

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Elettrovalvola servo-azionata normalmente chiusa a membrana guidata, con passaggio interno pieno.

CARATTERISTICHE TECNICHE:

- Pressione massima ammissibile: 16 bar
- Tempo di apertura: ≈300 ms
- Tempo di chiusura: ≈1000 ms
- Temperatura fluido: -30...+120 °C
- Diametro nominale: DN25
- Attacchi: filettati G1
- Azionamento: solenoide

MATERIALI:

- Corpo valvola: ottone
- Armatura: acciaio inox
- Tubo armatura: acciaio inox
- Fermo armatura: acciaio inox
- Molle: acciaio inox
- O-ring: EPDM
- Otturatore: EPDM
- Membrana: EPDM
- Anello sfasamento magnetico: rame

ELETTROMAGNETE:

- Impregnazione bobina: resina poliesteri
- Materiale di inglobamento: PBT (polibutilene-tereftalato) caricato vetro
- Classe di isolamento: F
- Temperatura ambiente: -10...+60°C
- Connessioni elettriche: DIN 46340 – connettore 3 poli
- Grado di protezione: IP 65 con connettore
- Tensione di alimentazione: 12-24V DC

5.3.5.2 C4-EVso-102 – Elettrovalvola a solenoide

SERVIZIO: Alimentazione acqua potabile a caldaia

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Elettrovalvola servo-azionata normalmente chiusa a membrana guidata, con passaggio interno pieno.

CARATTERISTICHE TECNICHE:

- Pressione massima ammissibile: 16 bar
- Tempo di apertura: ≈300 ms
- Tempo di chiusura: ≈1000 ms
- Temperatura fluido: -30...+120 °C
- Diametro nominale: DN25

- Attacchi: filettati G1
- Azionamento: solenoide

MATERIALI:

- Corpo valvola: ottone
- Armatura: acciaio inox
- Tubo armatura: acciaio inox
- Fermo armatura: acciaio inox
- Molle: acciaio inox
- O-ring: EPDM
- Otturatore: EPDM
- Membrana: EPDM
- Anello sfasamento magnetico: rame

ELETTROMAGNETE:

- Impregnazione bobina: resina poliesteri
- Materiale di inglobamento: PBT (polibutilene-tereftalato) caricato vetro
- Classe di isolamento: F
- Temperatura ambiente: -10...+60°C
- Connessioni elettriche: DIN 46340 – connettore 3 poli
- Grado di protezione: IP 65 con connettore
- Tensione di alimentazione: 12-24V DC

5.3.6 D1 Sistemazioni esterne e reti interrate

5.3.6.1 D1-EVso-101 – Elettrovalvola a solenoide

SERVIZIO: Alimentazione acqua tecnica a pressa a coclea

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Elettrovalvola a solenoide

CARATTERISTICHE TECNICHE:

Pressione massima ammissibile: 16 bar

Tempo di apertura: ≈300 ms

Tempo di chiusura: ≈1000 ms

Temperatura fluido: -30...+120 °C

Diametro nominale: DN25

Attacchi: filettati G1

Azionamento: solenoide

MATERIALI COSTRUTTIVI:

Corpo valvola: ottone

Armatura: acciaio inox

Tubo armatura: acciaio inox

Fermo armatura: acciaio inox

Molle: acciaio inox

O-ring: EPDM

Otturatore: EPDM

Membrana: EPDM

Anello sfasamento magnetico: rame

ELETTROMAGNETE:

Impregnazione bobina: resina poliesteri

Materiale di inglobamento: PBT (polibutilene-tereftalato) caricato vetro

Classe di isolamento: F

Temperatura ambiente: -10...+60°C

Connessioni elettriche: DIN 46340 – connettore 3 poli

5.3.6.2 D1-EVso-102 – Elettrovalvola a solenoide

SERVIZIO: Alimentazione acqua potabile a polipreparatore

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Elettrovalvola a solenoide

CARATTERISTICHE TECNICHE:

Pressione massima ammissibile: 16 bar

Tempo di apertura: ≈300 ms

Tempo di chiusura: ≈1000 ms

Temperatura fluido: -30...+120 °C

Diametro nominale: DN25

Attacchi: filettati G1

Azionamento: solenoide

MATERIALI COSTRUTTIVI:

Corpo valvola: ottone

Armatura: acciaio inox

Tubo armatura: acciaio inox

Fermo armatura: acciaio inox

Molle: acciaio inox

O-ring: EPDM

Otturatore: EPDM

Membrana: EPDM

Anello sfasamento magnetico: rame

ELETTROMAGNETE:

Impregnazione bobina: resina poliesteri

Materiale di inglobamento: PBT (polibutilene-tereftalato) caricato vetro

Classe di isolamento: F

Temperatura ambiente: -10...+60°C

Connessioni elettriche: DIN 46340 – connettore 3 poli

5.3.6.3 D1-EVso-103 – Elettrovalvola a solenoide

SERVIZIO: Alimentazione acqua potabile a polipreparatore

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Elettrovalvola a solenoide

CARATTERISTICHE TECNICHE:

Pressione massima ammissibile: 16 bar

Tempo di apertura: ≈300 ms

Tempo di chiusura: ≈1000 ms

Temperatura fluido: -30...+120 °C

Diametro nominale: DN25

Attacchi: filettati G1

Azionamento: solenoide

MATERIALI COSTRUTTIVI:

Corpo valvola: ottone

Armatura: acciaio inox

Tubo armatura: acciaio inox

Fermo armatura: acciaio inox

Molle: acciaio inox

O-ring: EPDM

Otturatore: EPDM

Membrana: EPDM

Anello sfasamento magnetico: rame

ELETTROMAGNETE:

Impregnazione bobina: resina poliesteri

Materiale di inglobamento: PBT (polibutilene-tereftalato) caricato vetro

Classe di isolamento: F

Temperatura ambiente: -10...+60°C

Connessioni elettriche: DIN 46340 – connettore 3 poli

5.4 EQUIPAGGIAMENTI VARI

5.4.1 A2 - Deodorizzazione

5.4.1.1 A2-TK-101 – Serbatoio IBC

SERVIZIO: Stoccaggio reagente deodorizzazione

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Serbatoio IBC con sensore di livello, tubo di carico e linea di prelievo

CARATTERISTICHE TECNICHE:

- – Capacità lt. 1000
- – peso kg 70
- – dimensioni cm 110x100x100

VASCA DI CONTENIMENTO:

Vasca di contenimento in acciaio inox AISI 304, di capacità non inferiore al 100% del serbatoio, con rinforzi laterali scatolati, opportunamente dimensionati per il contenimento del liquido, con n. 1 attacco di scarico di fondo flangiato completo di valvola.

5.4.2 B2 - Deodorizzazione

5.4.2.1 B2-TK-101 – Serbatoio IBC

SERVIZIO: Stoccaggio reagente deodorizzazione

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Serbatoio IBC con sensore di livello, tubo di carico e linea di prelievo

CARATTERISTICHE TECNICHE:

- – Capacità lt. 1000
- – peso kg 70
- – dimensioni cm 110x100x100

VASCA DI CONTENIMENTO:

Vasca di contenimento in acciaio inox AISI 304, di capacità non inferiore al 100% del serbatoio, con rinforzi laterali scatolati, opportunamente dimensionati per il contenimento del liquido, con n. 1 attacco di scarico di fondo flangiato completo di valvola.

5.4.3 C3 – Caldaia

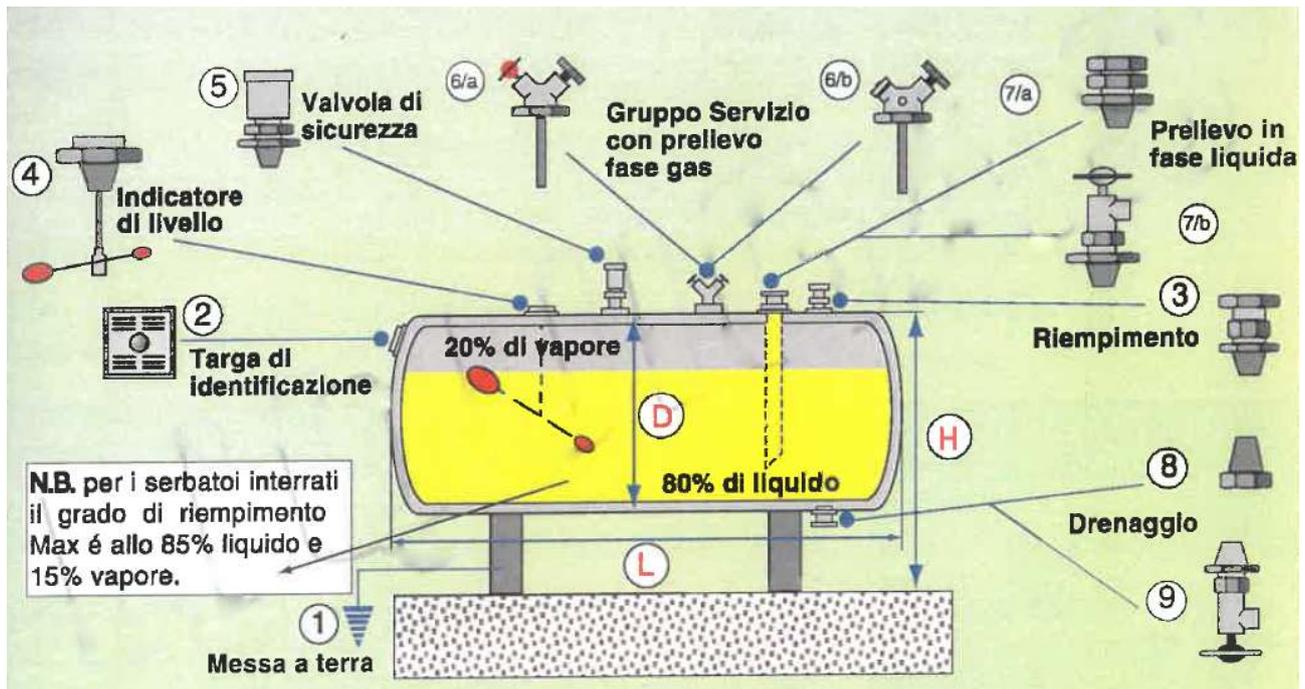
5.4.3.1 C3-TK-101 – Serbatoio GPL

SERVIZIO: Stoccaggio GPL

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Serbatoio orizzontale per stoccaggio gas propano (GPL) costruito con lamiere d'acciaio di qualità, elettrosaldate, che portano sulla generatrice superiore le apparecchiature di equipaggiamento adibite a sicurezza, carico e prelievo del GPL.

Ogni serbatoio viene collaudato ad una elevata pressione di prova (35 bar) con sistema idraulico, alla presenza di funzionario I.S.P.E.S.L. e marchiato con targa di identificazione indicante il numero di matricola, la pressione di esercizio, la data di collaudo, ecc.



CARATTERISTICHE TECNICHE:

tipologia: serbatoio orizzontale per installazione fuori terra

volume serbatoio: 5000 L;

peso GPL: 2100 kg;

diametro serbatoio: 1200 mm;

lunghezza serbatoio: 4706 mm;

altezza compresi supporti: 1510 mm.

5.4.4 C4 – Deodorizzazione

5.4.4.1 C4-TK-101 A/B– Serbatoio IBC

SERVIZIO: Stoccaggio reagente deodorizzazione

QUANTITÀ: 2

DESCRIZIONE: Serbatoio IBC con sensore di livello, tubo di carico e linea di prelievo

CARATTERISTICHE TECNICHE:

- – Capacità lt. 1000

- – peso kg 70
- – dimensioni cm 110x100x100

VASCA DI CONTENIMENTO:

Vasca di contenimento in acciaio inox AISI 304, di capacità non inferiore al 100% del serbatoio, con rinforzi laterali scatolati, opportunamente dimensionati per il contenimento del liquido, con n. 1 attacco di scarico di fondo flangiato completo di valvola.

6 OPERE ELETTRICHE

6.1 GENERALITÀ

Si definiscono impianti elettrici l'insieme di materiali, componenti, apparecchiature, etc., necessari per la distribuzione e l'utilizzo dell'energia elettrica, la protezione da scariche elettriche comunque prodotte, la formazione di impianti ausiliari, telefonici, etc. Gli impianti elettrici dovranno essere realizzati a regola d'arte, giusta prescrizione della legge 186 del 1 marzo 1968. Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, dovranno corrispondere alle norme di legge e di regolamento vigenti. Tutte le leggi, decreti, regolamenti, norme, etc., di cui sopra devono intendersi complete di successive modificazioni ed integrazioni. In ogni caso dovranno essere rispettate le condizioni:

DI SICUREZZA

Gli impianti elettrici, in ogni loro parte e nel loro insieme, non dovranno in alcun modo causare danni e disagi alle persone e danni o deterioramenti all'edificio.

D'USO

Tutti gli elementi di comando e di sicurezza e le apparecchiature di utilizzo dovranno essere di facile agibilità e non presentare complessità di manovra.

DI CONSERVAZIONE

Gli impianti elettrici in ogni loro parte e nel loro insieme dovranno assicurare durata, affidabilità e resistenza nel tempo ed essere tali da consentire una facile manutenzione e sostituzione. Nell'esecuzione degli impianti elettrici si dovrà porre particolare attenzione alle predisposizioni necessarie per gli allacciamenti ed i completamenti previsti per la futura realizzazione dei successivi lotti costruttivi e/o futuri ampliamenti.

Prima dell'inizio dei lavori, per la preventiva approvazione da parte della D.L., l'Appaltatore dovrà presentare il campionario di cavi, cavidotti, interruttori, accessori vari e di tutto quanto intende impiegare nell'esecuzione dell'impianto che la D.L. ritenesse necessario, nonché deplianti illustrativi dei tipi e delle caratteristiche di apparecchiature varie, corpi illuminanti, etc., di cui prevede l'utilizzo. Per i materiali e gli apparecchi per cui è previsto, dovrà essere presente il contrassegno dell'Istituto Italiano del Marchi di Qualità (I.M.Q.) ed il marchio CE. L'Appaltatore dovrà inoltre presentare, se richiesta dalla D.L., idonea certificazione rilasciata da Istituti autorizzati, comprovante la corrispondenza alle normative richieste.

La D.L. verificata la rispondenza dei materiali e dei componenti alle caratteristiche richieste dal progetto, dal presente Capitolato e dalle relative voci di Elenco Prezzi, potrà accettarli o meno e richiederne quindi altri in alternativa.

Resta implicitamente inteso che la presentazione dei campioni non esonera l'Impresa dall'obbligo di sostituire, ad ogni richiesta, quei materiali che, pur essendo conformi ai campioni stessi, non risultino corrispondenti alle prescrizioni del progetto, del Capitolato o presentino difetti. Il campionario potrà essere ritirato dall'Appaltatore

dopo le avvenute verifiche e collaudi degli impianti. Sono inoltre a carico dell'Appaltatore le prove che la D.L. ordini di far eseguire, presso gli Istituti da essa incaricati, in caso di contestazioni dei materiali impiegati o da impiegarsi negli impianti in relazione all'accettazione dei materiali stessi; dei campioni potrà essere ordinata la conservazione, munendoli di suggelli a firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantire l'autenticità.

6.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Materiali ed apparecchiature devono essere rispondenti alle relative norme CEI e alle tabelle di unificazione CEI-UNEL, inoltre le apparecchiature devono riportare i dati di targa e le indicazioni d'uso utilizzando la simbologia CEI-UNI in lingua italiana. La progettazione dell'impianto elettrico è stata eseguita tenendo presente la seguente normativa:

- Legge n° 186/1968 DPR 22 ottobre 2001 n°462 "Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi".
- DM 22 gennaio 2008, n. 37
- D. Lgs. 9 aprile 2008 n°81
- Decreto Ministero dell'Interno 13 luglio 2011
- D.Lgs n° 615/1996 sulla Compatibilità elettromagnetica.
- D.P.R. n° 151 del 1° agosto 2011 "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'art. 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n.78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n.122"

Le norme tecniche seguite sono quelle del Comitato Elettrotecnico Italiano, e principalmente:

- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata ed a 1500V in corrente continua.
- CEI 17-13: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT).
- CEI 11-1: Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata.
- CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica. Linee in cavo.
- CEI 11-25 prima edizione: Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a corrente alternata.
- CEI 11-28 prima edizione: Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione.
- CEI 11-37: Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 kV.
- CEI 21-39: Batterie stazionarie
- CEI 81-10 prima edizione e variante V1: Protezione contro i fulmini.

Per la realizzazione dell'impianto elettrico si dovrà tenere conto anche degli altri elaborati facenti parte del progetto.

6.3 VERIFICHE, MISURE E PROVE DEGLI IMPIANTI

Le verifiche, misure e prove degli impianti dovranno essere eseguite a cura dell'Appaltatore, secondo quanto previsto dalla norma CEI 64-8/6 e le indicazioni della D.L., senza che questi abbia diritto ad alcun compenso di sorta. Ad impianti ultimati verranno eseguite le seguenti verifiche:

A) Esami a vista:

Analisi degli schemi e dei piani di installazione; verifica della consistenza, della funzionalità e della accessibilità degli impianti; controllo dello stato degli isolanti e dei ripari nei luoghi accessibili e dei ripari e delle misure di allontanamento nei luoghi segregati; accertamento dell'idoneità del materiale e degli apparecchi, verifica dei contrassegni di identificazione, dei marchi e delle certificazioni; verifica dei gradi di protezione degli involucri; controllo preliminare dei collegamenti a terra dei componenti di classe I e dei provvedimenti di sicurezza nei bagni; verifica impianto nei luoghi speciali; verifica dei tracciati per condutture incassate; controllo delle dimensioni dei tubi e dei condotti; controllo idoneità delle connessioni dei conduttori e verifica dell'isolamento nominale dei cavi e della separazione tra condutture appartenenti a sistemi differenti; controllo delle sezioni minime dei conduttori e dei colori distintivi; controllo della corretta installazione e rispondenza al progetto dei dispositivi di sezionamento e comando, delle prese di corrente e dei quadri; controllo della idoneità, della funzionalità e della sicurezza degli impianti ausiliari; controllo del corretto posizionamento e delle dimensioni della segnaletica di sicurezza.

B) Misure e prove strumentali:

Prove di continuità dei circuiti di protezione, di tensione applicata, di funzionamento e d'isolamento a terra; prove di intervento dei dispositivi di sicurezza e della loro autonomia; misura delle resistenze d'isolamento, di resistenza dei dispersori, dell'impedenza totale dell'anello di guasto, delle tensioni di contatto e di passo, della caduta di tensione, dell'illuminamento medio e dei segnali di uscita dagli impianti di trasmissione in HF.

C) Calcoli di controllo:

Controllo dei coefficienti di riempimento e dei raggi di curvatura delle condutture; controllo del coordinamento fra correnti d'impiego, portate dei conduttori e

caratteristiche d'intervento dei dispositivi di protezione da sovraccarico; controllo del coordinamento fra correnti di corto circuito, poteri d'interruzione degli apparecchi e correnti di picco e di breve durata massime ammissibili; controllo del coordinamento fra correnti di corto circuito, integrale di Joule e sollecitazioni termiche specifiche ammissibili nelle linee durante il corto circuito; calcolo di verifica delle cadute di tensione nelle linee principali e dorsali; accertamento dei livelli di selettività dei dispositivi di protezione; controllo del coordinamento fra dispersore di terra e dispositivi di interruzione del guasto a terra; controllo del coordinamento fra impedenza totale dell'anello di guasto e dispositivo d'interruzione del guasto; verifica delle sezioni dei conduttori di protezione in funzione delle correnti del guasto.

Resta comunque esplicitamente inteso che, anche se l'esito di verifiche, misure e prove sarà favorevole, l'Impresa rimane responsabile delle deficienze che abbiano a riscontrarsi in seguito, anche dopo il collaudo e fino al termine del periodo di garanzia.

6.4 GARANZIA DEGLI IMPIANTI

L'Impresa ha l'obbligo di garantire tutti gli impianti, sia per qualità dei materiali, sia per il montaggio, sia per il regolare funzionamento, fino al termine dei dodici mesi successivi al collaudo; pertanto fino al termine di tale periodo, l'Appaltatore dovrà riparare, tempestivamente ed a proprie spese, tutti i guasti e le imperfezioni che si verificassero negli impianti per effetto della non buona qualità dei materiali, per difetto di montaggio e di funzionamento escluse soltanto le riparazioni dei danni che non potranno attribuirsi all'ordinario esercizio dell'impianto ma ad evidente imperizia o negligenza del personale che ne fa uso o a normale usura. Trascorsi 7 (sette) giorni dall'avviso dei difetti riscontrati, l'Amministrazione potrà sostituirsi all'Appaltatore nell'esecuzione d'ufficio delle opere e delle riparazioni necessarie, rivalendosi nei confronti dell'Appaltatore per la spesa sostenuta.

6.5 IMPIANTI DI DISTRIBUZIONE E DI UTILIZZAZIONE PER ILLUMINAZIONE E FORZA MOTRICE

Nel presente paragrafo sono riportate le più importanti caratteristiche e modalità di posa in opera dei principali materiali e apparecchiature che dovranno essere impiegati nell'esecuzione degli impianti elettrici di distribuzione e di utilizzazione per illuminazione e forza motrice, nonché le caratteristiche comuni agli altri tipi di impianto elettrico.

6.6 MEDIA TENSIONE

Le celle di media tensione saranno costituite da una cella di arrivo e protezione linea e due protezioni trasformatore con le seguenti caratteristiche.

6.6.1 Cella arrivo linea e protezione

Il quadro sarà formato da unità affiancabili tipo SM6, realizzate con lamiera elettrozincate / verniciate, grado di protezione IP 2XC (CEI-EN 60529), colore esterno bianco RAL 9002 goffrato. Tensione nominale in uso presso il depuratore (15kV o 20 kV), livello di isolamento 24-50-125KV. corrente nominale 630A, potere di interruzione dell'interruttore alla tensione nominale 12,5kA. Indicatori presenza tensione con derivatori capacitivi. Pulsanti di comando per apertura e chiusura interruttore. Lampada segnalazione interruttore chiuso e aperto. Resistenza anticondensa con potenza 50W a 220V, regolata da termostato e protetta da interruttore. Sinottico animato. Sbarra di messa a terra.

N. 3 trasformatori tipo TLP130 con campo di funzionamento esteso da 5 a 630A, collegati con connettore RJ45 al Sepam oppure in alternativa N.3 TA tipo ARM3 con isolamento in resina epossidica.

N. 1 Toroide omopolare tipo CSH160, collegato al Sepam.

- SEZIONATORE rotativo a tre posizioni (chiuso, aperto e messo a terra), con sezionamento visibile, isolato in SF6 ad una pressione relativa di 0,4bar del tipo "sistema a pressione sigillato a vita" secondo la norma CEI EN 62271-100. Blocco chiave su sezionatore chiave libera in posizione di chiuso. Blocco chiave su sezionatore di terra chiave libera in posizione di chiuso
- INTERRUOTORE tipo SF1 ad interruzione in esafluoruro di zolfo con polo in pressione del tipo "sigillato a vita" in accordo con la CEI EN 62271-100 allegato EE, con pressione relativa del SF6 di primo riempimento a 20° C uguale a 0,5 bar. Il gas impiegato sarà conforme alle norme CEI EN 60376. Blocco chiave su interruttore, chiave libera in posizione d'aperto. Bobina di apertura a lancio di corrente. Comando motorizzato. Contatti ausiliari. Bobina lancio di corrente con riarmo meccanico.
- RELE' A MICROPROCESSORE TIPO SEPAM S20 per protezione e misura, installato su apposito pannello B.T., fornito di display LCD grafico, con protezioni I>, I>>, I>>>, Io>, Io>> e misura delle correnti di fase I1, I2, I3 RMS, Corrente residua Io, valori medi e massimi. Memorizzazione dei valori delle correnti di fase ed omopolare prima di un intervento su guasto elettrico. Il Sistema di Protezione Generale (SPG) deve essere conforme alla norma CEI 0-16. Alimentazione fornita da gruppo statico di continuità, con tecnologia On-line a doppia conversione. Classificazione UPS: VFI - SS. Modello APC Smart UPS RT 1000VA. Dimensioni della cella: Larghezza 750mm, Altezza (pannello BT escluso) 1600mm, Profondità 1220mm.

6.6.2 Cella protezione trasformatore

Costituita da cella fusibili sul lato MT, per protezione trasformatore, con interruttore di manovra all'esafluoruro, minimo IP32, costituita da armadio in lamiera di acciaio verniciato a fuoco con polveri epossidiche, previo trattamento di decappaggio, con dimensioni esterne indicative di: · larghezza 375 mm, · altezza 1600 mm, · profondità 840 mm; completa della seguente apparecchiatura: sistema di barre principali, · attacchi per uscite in cavo, supporto terminali, sinottico con schema elettrico, oblò di ispezione, illuminazione interno cella, resistenza anticondensa e trattamento di tropicalizzazione, 220 V, 60 W; interruttore di manovra-sezionatore rotativo a tre posizioni, tipo SF6, corrente nominale 400 A, tensione nominale 15-24 kV, CEI 17-9 '98 e varianti, completo di: · sezionatore di terra a monte e a valle dei fusibili con blocco porta e blocco a chiave, · comando manuale, predisposto per la motorizzazione, · 3 fusibili, tensione nominale 24 kV, corrente indicativa di 50 A, pdi 16 kA a 24 kV, · sganciatore di apertura, alla fusione di almeno uno di essi, · cella morsettiere circuiti ausiliari, · 3 derivatori capacitivi con lampada di presenza tensione, · contatti ausiliari.

6.6.3 Trasformatori

I trasformatori che verranno installati saranno trasformatore trifase MT/BT in resina della potenza nominale di 630 kVA, con avvolgimenti inglobati sotto vuoto in resina epossidica e con raffreddamento in aria naturale (AN), perdite ridotte secondo EN 50588-1, rispondente alle norme CEI EN 60076-1÷10, Eco Design - Reg. UE n.548/2014, marchiato CE, adatto al funzionamento in reti con presenza di armoniche (THD min. fino al 6%) con le seguenti caratteristiche generali:

- Tensione nominale a vuoto: 15-20/0,4 kV;
- commutatore sul coperchio per la regolazione della tensione nominale lato MT 5÷20 kV $\pm 2 \times 2.5\%$, frequenza: 50 Hz;
- Classe di isolamento: primario kV 24/50/95; secondario kV 1,1/3;
- Gruppo vettoriale: Dyn11;
- Classe ambientale/climatica/di comportamento al fuoco: E2 / C2 / F1;
- Avvolgimenti primario e secondario: Alluminio/Alluminio (Rame/Rame);
- Tipo di inglobamento primario/secondario: inglobato in stampo/ inglobato per immersione
- Dati di utilizzo: installazione: interna;
- Altitudine: m \leq 1000;
- Classe termica: F / F - Temperatura ambiente: 40 ° C - Sovratemperatura: 100 / 100 K;
- Classe di protezione: IP00 II.

Il trasformatore sarà inoltre fornito completo di:

- n.1 Box metallico di protezione, IP31 adatto al contenimento del trasformatore (o rete di protezione su tre/4 lati h. min. 1950mm), porte di accesso e serratura a chiave;
- sistema di rifasamento fisso, con condensatori trifasi anticoppio di adeguata capacità, tensione 400V, muniti di resistenza di autoscarica, contenuti entro contenitore IP31, alloggiato dentro la cella del relativo trasformatore o nelle immediate vicinanze;
- centralina elettronica di controllo temperature, con interfaccia di comunicazione ModBUS - RTU ed uscite a due soglie per allarme e sgancio, sonde PT100 (min. nr.3) e lampade di segnalazione, completa di protezioni e collegamenti fino alla cassetta ausiliari sul trasformatore;
- golfari di sollevamento, anelli di traino, rullo/i di scorrimento orientabili, due morsetti di terra, supporti antivibranti, -targa caratteristiche su ambo i lati (n.2 tot.);
- Kit di ammarro cavi di MT e BT Si intendono inoltre compresi e compensati gli oneri per le prove di accettazione e di collaudo anche presenziato, nonché le prove di tipo prodotte presso laboratorio di prova certificato (es.: CESI) su macchina equivalente.

6.7 IMPIANTI DI BASSA TENSIONE

6.7.1 Rifasamento automatico

Le potenze degli impianti di rifasamento sono indicate negli elaborati di progetto. L'impianto di rifasamento è composto da un rifasatore automatico dotato di induttanze di sbarramento, contenuto armonico in corrente THD(I) max ammesso in rete fino al 100%, idoneo per cicli di lavoro continuativi, conforme alle direttive europee

per la bassa tensione relative ai requisiti minimi di sicurezza CEE 73/23 e relativa modifica CEE 93/68. I dati tecnici sono i seguenti:

- tensione nominale 400Vac (possibilità di varianti fino a 660Vac), frequenza nominale 50 Hz (60Hz a richiesta), tensione d'isolamento 690V;
- intervallo temperatura lavoro $-5 / +40^{\circ}\text{C}$.;
- carpenteria in lamiera d'acciaio, protetta contro la corrosione mediante trattamento di fosfatazione e successiva verniciatura a polveri epossidiche colore RAL a richiesta;
- installazione per interno, in ambiente non polveroso, al riparo da urti accidentali ed irraggiamento solare, favorendo la ventilazione, grado di protezione: esterno quadro: IP 31, interno quadro: IP 00;
- tenuta al corto circuito 10kA per 1 secondo, la verifica del sistema di sbarratura dei quadri è attestata dal rapporto di prova CESI;
- ventilazione forzata;
- sezionatore tripolare tipo sottocarico con blocco porta.

I cavi di collegamento interno sono non propaganti del tipo consentito dalla normativa vigente, sui capicorda non preisolati il punto di connessione viene ricoperto con guaina termo restringente a lunga durata. I circuiti ausiliari sono opportunamente identificati in ottemperanza alle norme vigenti. Ogni batteria di condensatori è controllata da un contattore tripolare dimensionato in modo da offrire un'elevata affidabilità, la limitazione dei picchi di corrente determinati dall'inserzione delle batterie capacitive è garantita dalle induttanze di blocco antirisonanti.

Le batterie capacitive sono protette da terne di fusibili opportunamente dimensionate, il sistema di protezione sia dei circuiti di potenza (fusibili NH00 curva gG) che di quelli ausiliari (portafusibili sezionabili e fusibili 10,3x38) prevede l'impiego di fusibili ad alto potere d'interruzione (100kA).

I condensatori monofasi, sono realizzati con la tecnologia in polipropilene metallizzato, dotati di dispositivo antiscoppio e resistenza di scarica conformi alle norme e omologati IMQ, impregnati in olio biodegradabile esente da (PCB), sono collegati a TRIANGOLO, adatti per servizio continuativo.

Le caratteristiche dei condensatori sono le seguenti:

- massima tensione di servizio: 550Vac;
- tolleranza sulla capacità: $-5\% / +10\%$;
- perdite per dissipazione: $= 0,4 \text{ W/kVAr}$;
- categoria temperatura: $-25 / D$ (normativa CEI EN 60831-1), temperatura minima ammessa: -25°C , temperatura massima ammessa: $+55^{\circ}\text{C}$, temperatura media giornaliera: $+45^{\circ}\text{C}$, temperatura media annua: $+35^{\circ}\text{C}$.;

Le caratteristiche delle induttanze sono le seguenti:

- di sbarramento, realizzate con nucleo in lamierino magnetico a cristalli orientati;
- frequenza di accordo pari a 189 Hz ($p=7\%$);
- perdite per dissipazione: $= 100 \text{ W}$ per batterie da 12,5 kVAr – 180 W per batterie da 25 kVAr – 265 W per batterie da 50 kVAr – 270 W per batterie da 75 kVAr;
- massima distorsione armonica in tensione ammessa in rete (THD(V) = 3%.

Il Regolatore lavora con misura: VARMETRICA. Segnale amperometrico: a mezzo T.A. con secondario 5A, classe 1 · 5VA. Segnale voltmetrico: 415Vac da interno quadro. Tempi di inserzione / disinserzione batterie di

condensatori: da 7 a 30". Normative di riferimento: Condensatori: CEI EN 60831 ·1 / 2, IEC 831 ·1 / 2, UL810, Apparecchiature: CEI EN 60439 ·1, IEC 439 ·1.

6.7.2 Quadri elettrici

Normativa

I quadri generici sono conformi alle CEI EN 61439-1 e 61439-2 dal titolo: "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)".

Schemi elettrici

Per quanto contemplato, il costruttivo di ogni quadro, è derivato dagli schemi elettrici di progetto.

Prove di collaudo

Il Costruttore autorizza il committente ad accedere alle proprie officine al fine di verificare il rispetto delle clausole contrattuali. Le prove di collaudo saranno effettuate conformemente alla Norme CEI e Raccomandazioni IEC in contraddittorio con il committente e, per quanto consentito dalla dotazione di mezzi e di sorgenti di energia, si devono svolgere presso le Officine del Costruttore. Le prove saranno eseguite secondo le modalità delle norme CEI 17-13.

Oneri delle prove

I costi delle prove di accettazione, inclusa la verifica del grado di inquinamento elettrico (compresi i provvedimenti per l'eliminazione dei disturbi) sono a carico del Costruttore, ad eccezione delle spese relative ai viaggi ed ai soggiorni degli incaricati dell'Amministrazione committente. Per le prove di tipo, nel caso il Costruttore possa dimostrare di averle già effettuate (con certificati), su un prototipo o su un quadro uguale a quello oggetto della fornitura, saranno, se richieste, a carico dell'Amministrazione committente; qualora dette prove di tipo debbano però essere ripetute per manifeste deficienze, il costo aggiuntivo sarà a totale carico del Costruttore.

Documentazione

Per l'accettazione in cantiere si deve anticipare al committente la seguente documentazione:

1. Dichiarazione di conformità del costruttore.
2. Disegni d'ingombro (dwg / pdf / cartaceo).
3. Schema elettrico (dwg / pdf / cartaceo).
4. Manuali di istruzione delle apparecchiature (pdf).
5. Istruzioni per l'uso (in caso di logica complessa) (pdf).

Trasporto e montaggio

Il trasporto e lo scarico a terra del quadro, fa parte integrante della fornitura. Il quadro già completamente assiemato, una volta che sia stato sottoposto alle prove di collaudo, deve essere facilmente scomponibile in unità di trasporto, a loro volta facilmente riunibili nel luogo d'installazione per ricostituire il quadro nella sua integrità. Dette unità di trasporto saranno sollevabili a mezzo di golfari (forniti con il quadro) e spostabili facendole scorrere su rulli senza che si verifichino deformazioni permanenti, rotture delle strutture metalliche o lesione delle parti elettriche fisse. Consegnare sempre al committente le "istruzioni di montaggio".

Carpenteria

- Acciaio zincato in ambienti asciutti, puliti e non aggressivi (sale quadri salvo diversa indicazione della DL) (spessore struttura ≥ 3 mm, lamiera ≥ 2 mm);
- Acciaio inox AISI 304 / AISI 316L in campo e/o esterno (spessore ≥ 2 mm);

- Resina rinforzata con fibra di vetro in ambienti aggressivi e/o esterno non esposto al sole (con autorizzazione della DL).

Spazio libero a disposizione

Ogni quadro deve avere spazio libero per almeno il 20% dell'ingombro complessivo a disposizione di altre apparecchiature o azionamenti. Nel caso di quadri MCC lo spazio libero verrà conteggiato per l'equivalente del 20% sul numero totale di moduli costituenti il singolo quadro. Nel caso di quadri di distribuzione l'interruttore di arrivo linea e le barrature interne devono essere dimensionate nell'ottica del potenziamento.

Dotazione standard

Ogni altro quadro deve avere la seguente dotazione:

- Piastra di fondo (materiale isolante oppure dello stesso materiale della carpenteria)
- Chiusura portello su tre punti
- Sbarra di attestazione cavi
- Collettore di terra sottostante la morsettiera
- Targhette di legge ed ausiliarie
- Tettoia di protezione alle intemperie e raggi solari (se in esterno)

Conduttore per cablaggio

I collegamenti elettrici, salvo eccezioni concordate con la DL, saranno realizzati con corda unipolare tipo FS17.

Apparecchi interni e loro collegamenti

Le parti isolanti degli apparecchi interni saranno di materiale non igroscopico che non dia luogo a gas e vapori combustibili al passaggio delle correnti superficiali di scarica e resistente alle muffe ed alla scarica superficiale (ad esempio materiale ceramico o melamina). Nel punto di attraversamento di lamiera interne o altre parti metalliche i fili isolati saranno protetti contro danneggiamenti meccanici con idonee boccole in materiale isolante. Gli apparecchi saranno disposti in modo che si possono sistemare i conduttori senza che l'isolante di uno di essi sia in contatto con le parti attive collegate a un conduttore di polarità differente. I fusibili a vite o a tappo saranno protetti da calotte in materiale ceramico e collegati in modo che, a cartuccia estratta, la ghiera non risulti in tensione ed a montaggio avvenuto le parti in tensione siano protette contro contatti accidentali (dito di prova CEI-UNEL 0941 1). I trasformatori saranno ad avvolgimenti impregnati e con basette di materiale non igroscopico. Gli apparecchi saranno montati in modo da evitare l'accumulo di polveri fra i contatti e quindi preferibilmente con contatti in posizione verticale.

Morsettiera

Tutti i cavi e conduttori provenienti dall'esterno saranno attestati ad idonee morsettiere di appoggio. (ad eccezione del cavo di alimentazione di potenza che può risalire all'interruttore e della corda di terra attestata direttamente ad apposita sbarra). Il cavo deve essere fissato ad idonea sbarra per non gravare direttamente sui morsetti. Le morsettiere saranno poste ad idonea distanza dalle pareti e dalle apparecchiature, al fine del corretto alloggiamento delle terminazioni dei cavi. Ogni morsetto sarà accessibile indipendentemente dall'accostamento o sovrapposizione di altre morsettiere. Le morsettiere saranno codificate e separate per gruppi di appartenenza (potenza / segnali / analogici). Le morsettiere a cui attestare i conduttori per i segnali analogici saranno dotate di sezionatore ed innesto per l'inserimento di uno strumento di misura.

Selettori / commutatori

I selettori devono essere di tipo rotativo. È ammesso il tipo a camme purché ad un solo livello di contatti

Spie di segnalazione

Le spie di segnalazione devono essere del tipo a LED a lunga durata, ovvero dotate di diodo e resistenza limitatrice.

- BLU pulsante di marcia / spia in marcia
- VERDE pulsante di arresto / spia in arresto
- BIANCO segnalazione generica di stato (aperto / chiuso / alto / basso / ecc...)
- ARANCIONE anomalia
- Presenza tensione quadro elettrico (BIANCO) da prevedere per ogni sezione di quadro;
- Mancanza tensione Vca (ROSSO);
- Minima tensione batterie tampone Vcc (ROSSO);
- Altissimo livello sollevamento (ROSSO) – da interruttore a galleggiante;
- Massimo livello sollevamento e attivazione sfioro (ROSSO) – da interruttore a galleggiante.

Canaline di distribuzione

Le canaline in PVC e saranno disposte in modo da formare tratti orizzontali e verticali ortogonali tra di loro. Lo spazio tra la canalina e le apparecchiature deve essere tale da permettere la perfetta visibilità ed accessibilità ai singoli conduttori. Ad eccezione della terminazione, non è consentito il transito dei conduttori esternamente alle canaline.

Collegamenti di terra

Sul fondo del quadro dovrà essere presente una barra di terra in rame stagnato adeguatamente dimensionata alla massima corrente del quadro a cui faranno capo tutti i collegamenti delle varie utenze e il collegamento esterno di terra.

Accesso dei cavi

L'accesso dei cavi al quadro, salvo diverse indicazioni, deve avvenire dal basso mediante opportuni pressacavi in ottone cadmiato e muniti di anelli di pressione in biprene morbido o in materiale plastico in accordo con la DL.

Colore e verniciatura dei quadri

I quadri in acciaio zincato devono essere verniciati esternamente con una mano di vernice antiruggine e due di vernice antiacida. Le vernici, devono essere ignifughe o a basso potere calorifico. Prima della verniciatura tutte le parti metalliche devono essere opportunamente trattate con sgrassatura, decappaggio, fosfatizzazione e passivazione delle lamiere.

Carpenteria accessoria

La voce di computo che prevede la fornitura con posa in opera di quadri elettrici che appoggiano al suolo, se non diversamente specificato, s'intende compresa e compensata della fornitura in opera della carpenteria necessaria al consolidamento degli stessi, ovvero di telaio e coperture in acciaio inox, avente le caratteristiche qui di seguito riportate. L'impresa dovrà adattare forma e dimensioni al caso specifico seguendo l'esempio indicato in figura. Nel caso non sia presente il pavimento flottante, si dovranno prevedere anche le chiusure sui quattro lati dello zoccolo, con lamiera in acciaio inox spessore minimo 3 mm. Nel caso di posizionamento sopra cunicoli, la fornitura include i materiali e le lavorazioni necessarie al sostegno dei quadri ed alla copertura del cunicolo. Copertura tipica in lamiera triata, con bloccaggio ad incastro, maniglie o fori con accessorio per l'asporto.

Protezione anticorrosione delle parti esposte

Viti, bulloni, rondelle, groover, staffe, esterni al quadro saranno in acciaio inox 18/8. Protezione ai raggi solari ed agenti atmosferici. Tutti i quadri elettrici, indipendentemente dalle dimensioni, avranno il lato operatore sempre protetto dall'irraggiamento diretto del sole, mediante tettuccio sporgente o nicchia di contenimento. Un quadro esposto anche marginalmente al sole sarà oggetto di verifica termometrica. L'apparecchiatura installata dovrà essere certificata al grado di temperatura raggiunta. La ventilazione naturale o forzata non deve pregiudicare il grado di protezione richiesto. Ispezioni e collaudi. Durante la costruzione del quadro, l'assemblatore permetterà l'ingresso nelle sue officine al personale dell'amministrazione incaricato di verificare che le costruzioni procedano a perfetta regola d'arte e nei tempi prestabiliti. Tutte le prove di collaudo saranno eseguite in contraddittorio con i rappresentanti della amministrazione e, per quanto consentito dalla dotazione di mezzi e di sorgenti di energia, si svolgeranno presso le officine del costruttore. Le relative date saranno segnalate con congruo anticipo. Le prove saranno eseguite secondo le modalità delle norme CEI 17-13.

Prove di tipo

Il quadro sarà classificato secondo le norme CEI 17-13 "Quadro AS".

Prove individuali

Il quadrista assemblatore dovrà eseguire (con esito positivo) le seguenti prove individuali:

1. Cablaggio, funzionamento;(ispezione dell'apparecchiatura includente l'ispezione del cablaggio e, se necessario, la prova del funzionamento elettrico);
2. Isolamento (prova dielettrica);
3. Misure di protezione (controllo delle misure di protezione e della continuità elettrica).

Oneri delle prove

Le spese delle prove sono a carico dell'assemblatore del quadro, ad eccezione di quelle afferenti ai viaggi ed ai soggiorni degli incaricati dell'amministrazione, per i seguenti punti:

- prove individuali.

Ripetizioni delle prove e relativi oneri

Se una prova deve essere ripetuta perché i risultati non sono stati soddisfacenti, qualunque sia il tipo di prova, tutti gli oneri saranno a carico del costruttore, ivi comprese le spese di viaggio e di soggiorno degli incaricati del committente.

Attività di formazione

Dopo la consegna del quadro in cantiere e prima dell'esecuzione del collaudo dell'intero impianto la Ditta dovrà organizzare, senza alcun altro onere aggiuntivo, (con data da stabilirsi con l'Amministrazione) una giornata di corso di almeno 6 ore in cui una tecnico esperto nell'uso e manutenzione del quadro avrà il compito di esporre, teoricamente e praticamente, le operazioni di messa in servizio e manutenzione di tutte le parti del quadro elettrico facendo particolare riferimento al manuale.

Documentazione

Il quadro dovrà essere accompagnato dalle certificazioni e documentazione tecnica di legge, nella forma e modalità meglio espressa nella relativa specifica tecnica denominata "specifico tecnica per la produzione ed il confezionamento della documentazione". In sintesi:

1. Dichiarazione di conformità del quadro alla norma CEI 17-13/1 "per quadro pieno" e per essere corrispondente ai requisiti richiesti dalla direttiva sulla Compatibilità Elettromagnetica;
2. Rapporto di prova delle prove tipo eseguito da laboratorio certificato;

3. Rapporto di prova del quadrista per aver eseguito con esito positivo le prove individuali;
4. Identificazione e descrizione tecnica del quadro, che comprende le caratteristiche tecniche salienti del quadro, elettriche, meccaniche, e dimensionali nonché il suo numero di identificazione che troverà riscontro nella targa;
5. L'elenco dei componenti elettrici, loro caratteristiche, costruttore, marcatura CE;
6. Gli schemi elettrici del quadro;
7. Le norme di riferimento CEI EN 60439-1: (CEI 17-13/1) e CEI 64-8;
8. Le istruzioni di uso e per la eventuale manutenzione;
9. Dichiarazione di Conformità CE.

6.7.3 Inverter

Gli inverter dovranno essere dotati di tutti i filtri in ingresso ed in uscita al fine di ridurre al minimo le interferenze elettromagnetiche nei confronti delle utenze vicino e dei conduttori transitanti nelle canalizzazioni dei cavi di potenza; gli standard applicabili sono EMC secondo l'EN61800-3 con lunghezze dei cavi di distribuzione fino ai motori fino a 100m. Per ridurre al minimo i disturbi radiati, la lunghezza dell'intreccio non deve essere superiore a 5 volte la sua larghezza. Per ridurre al minimo i disturbi radiati del cavo motore, si raccomanda di eseguire una messa a terra a 360° sotto il fissacavo. In questo caso, rimuovere la guaina in corrispondenza del fissacavo. Il cavo di alimentazione dell'inverter sarà di tipo schermato a trecce con fissaggio della treccia di rame da entrambi i lati del cavo (utenza e quadro elettrico); sul lato inverter entrambi i cavi schermati (dal quadro e verso l'utenza) andranno collegati al morsetto di terra/chassis dell'inverter tramite la calza di rame. Ulteriore collegamento alla barra di terra dovrà essere fatto mediante cavo giallo-verde dal morsetto di terra dell'inverter fino alla barra equipotenziale più vicina con conduttore di sezione almeno uguale alla metà della sezione del conduttore di fase a meno che non specificato diversamente sulle tavole progettuali. Verificare che l'isolamento del cavo di alimentazione sia conforme alle normative locali prima di collegarlo al convertitore di frequenza.

Motore e cavo motore

Controllare l'isolamento del motore e del cavo motore come segue:

1. Verificare che il cavo del motore sia collegato al motore e scollegato dai morsetti di uscita del convertitore.

2. Misurare la resistenza di isolamento tra i conduttori di fase e tra ogni conduttore di protezione di terra (PE) con una tensione di misura di 1000 Vcc. La resistenza di isolamento dei motori deve essere superiore a 100 Mohm (valore di riferimento a 25 °C o 77 °F). Per la resistenza di isolamento di altri motori, consultare le istruzioni del produttore. Sul lato motore, la schermatura del cavo motore deve essere messa a terra a 360° con un pressacavo EMC, o i fili della schermatura devono essere intrecciati in un fascio di lunghezza inferiore a cinque volte la larghezza dell'intreccio e collegati al morsetto PE del motore.

Collegamento dei cavi

Dovranno essere utilizzati connettori crimpati ad anello come descritto di seguito. Selezionare i connettori ad anello appropriati secondo quanto previsto dal costruttore dell'inverter e dalla sezione del cavo utilizzato; applicare i connettori ad anello alle estremità dei cavi, sul lato del convertitore. Isolare le estremità dei connettori ad anello con nastro isolante o guaina termorestringente. Applicare i connettori ad anello al convertitore.

Cavi di controllo

Dovranno essere utilizzati cavi di tipo multipolare con schermatura costituita a fili di rame intrecciati, con valore di temperatura nominale di 60 °C (140 °F) o superiore. Per i cavi degli I/O digitali analogici, intrecciare la schermatura in un fascio di lunghezza non superiore a cinque volte la larghezza dell'intreccio e collegarla al morsetto sul lato del convertitore. Lasciare l'altra estremità della schermatura del cavo scollegata. Far passare i cavi di controllo in modo da ridurre al minimo l'irradiazione verso il cavo. Far passare i cavi di controllo il più lontano possibile dai cavi motore e di alimentazione [almeno 20 cm. Se i cavi di controllo devono intersecare i cavi di alimentazione, accertarsi che siano disposti a un angolo il più prossimo possibile a 90°. Mantenere una distanza minima di 20 cm dai lati del convertitore.

6.7.4 Sistema di Automazione e telecontrollo delle utenze

Il quadro elettrico generale di automazione dell'impianto, ubicato in sala quadri elettrici, dovrà prevedere una morsettiera con riportati i contatti puliti (relè) delle

segnalazioni di stato e degli allarmi delle utenze installate mentre, le misure analogiche della strumentazione di processo (misura di portata, livelli, ecc.), devono essere dotate di separatore galvanico. Le misure analogiche di tutta la strumentazione di processo e i livelli misurati devono essere ripetute sia al registratore videografico che, previo separatore galvanico, in morsettiera per l'acquisizione al telecontrollo.

Il progetto prevede la fornitura e posa in opera di un sistema completa di automazione in grado di gestire:

- 464 ingressi digitali DI (sono compresi il 20% di riserva);
- 112 uscite digitali DO (sono compresi il 20% di riserva);
- 56 ingressi analogici AI (sono compresi il 20% di riserva);
- 8 uscite analogiche AO (sono compresi il 20% di riserva).

Il PLC adottato sarà del tipo SIEMENS S7-1500 + ET 200MP così strutturato:

- Alimentatore di carico 120/230V AC, 24 V DC, 3 A;
- Alimentatore di sistema 24/48/60V DC;
- CPU in formato 1500 (6ES7513-1AL02-0AB0) + ET 200SP con alimentatore di carico 230V AC, 24 V DC, 3 A e accessori;
- 15 Schede Ingressi digitali, DI 32x24VDC BA; incl. connettore frontale push-in;
- 7 Schede Uscite digitali, 16x24VDC/0.5A BA; incl. connettore frontale push-in;
- 7 Schede Ingressi analogici, AI 8xU/I/RTD/TC ST;
- 2 Schede Uscita analogica, AQ 4xU/I ST;
- Guida profilata S7-1500, 2000 mm;
- Connettori frontali, morsetto a vite per moduli 35mm, a 40 poli;
- Connettore frontale, tecnica Push-In per moduli di 35mm, a 40 poli;
- Memory Card, 24 MB.

La fornitura del sistema si ritiene completa di tutti i relè di appoggio ai segnali di uscita digitale, morsettiera, morsetti appositi per accogliere lo schermo dei cavi schermati (segnali analogici), cavi e cablaggio dell'intero sistema, guide DIN e tutti gli accessori per rendere l'opera totalmente funzionante.

6.8 TUBI, CONDOTTI, CANALI

I tubi, condotti, canali e canalizzazioni in genere dovranno essere eseguiti come previsto dal progetto, dalle relative voci di Elenco Prezzi e dalle eventuali disposizioni emanate dalla D.L. all'atto esecutivo. In carenza di quanto sopra i tubi di protezione dei cavi dovranno essere scelti in base a criteri di resistenza meccanica e alle sollecitazioni che si potranno verificare durante la posa e l'esercizio; a seconda del tipo di posa e dell'ambiente a cui sono destinati, tubi, condotti e canali dovranno essere:

- in PVC del tipo pesante (norme C.E.I. 23-14) per posa sotto intonaco;

- in PVC del tipo pesante flessibili o rigido (rispettivamente norme C.E.I. 23-14 E 23-8) per posa sotto pavimento o in vista in ambienti ordinari ad altezza inferiore a m. 2,50 dal piano di calpestio;
- in PVC del tipo pesante rigido (norme C.E.I. 23-8), in acciaio smaltato (norme C.E.I. 23-7) o in acciaio zincato (norme UNI 3824-74) per posa in vista in ambienti speciali;
- in materiale plastico colore arancione del tipo pieghevole autorinvenente (norme C.E.I. 23-17) per posa annegata in cls od equivalente;
- in PVC del tipo pesante (norme C.E.I. 23-8) od equivalente per posa interrata;
- in materiale isolante (norme C.E.I. 23-19) od in metallo nel caso di canali da posare in vista in ambienti ordinari.

A seconda del tipo di posa e di ambiente a cui sono destinati, le dimensioni interne di tubi, condotti e canali dovranno essere:

- 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto ai cavi contenuti, con un minimo di 16 mm., per tubi posati in ambienti ordinari;
- 1,4 volte il diametro del cerchio circoscritto ai cavi contenuti, con un minimo di 20 mm., per tubi posati in ambienti speciali, con raggi di curvatura non minori di 6 volte il diametro esterno del tubo;
- 1,8 volte il diametro del cerchio circoscritto ai cavi contenuti, con un minimo di 20 mm., per condotti circolari di dorsali e montanti;
- 2 volte l'area della sezione occupata dai cavi in condotti e canali a sezione diversa dalla circolare.

Indipendentemente dai calcoli di cui sopra è opportuno che il diametro interno sia maggiorato per consentire utilizzi futuri; si dovrà inoltre prevedere un'adeguata scorta di tubi, condotti e canali vuoti.

Dovranno inoltre essere osservate le seguenti prescrizioni:

A) tubazioni incassate entro pareti o nel pavimento:

- sulle pareti le tubazioni dovranno avere percorso orizzontale o verticale (sono vietati cioè i percorsi obliqui);
- in deroga a quanto sopra sono ammessi unicamente percorsi obliqui solo in quei casi dove sia intuitivo il percorso dei tubi (ad esempio scatole o cassette molto vicine fra loro);
- sulle pareti le scanalature orizzontali dovranno possibilmente essere previste solo

su una faccia;

- non si dovranno eseguire scanalature orizzontali superiori al 60% dello spessore della parete;
- i tubi posati a pavimento dovranno essere disposti il più possibile paralleli alle eventuali altre tubazioni (ad esempio idriche); gli eventuali incroci con altre tubazioni dovranno essere realizzati con la massima cura e, per evitarne lo schiacciamento, le tubazioni dell'impianto elettrico dovranno essere immediatamente protette;
- fra due cassette successive non dovranno essere previste più di due curve a 90 gradi e, in ogni caso, l'angolo totale non dovrà essere maggiore di 270 gradi;

B) tubazioni annegate in cls. o equivalente:

- tubo di tipo corrugato, colore arancione, autorinvenente secondo le Norme C.E.I. 23-17 e non propagante la fiamma dopo l'installazione, nei diametri 20, 25, 32, 40 mm.;
- sistema di innesto alle scatole a scatto con eventuale ausilio di manicotti e guarnizioni completo di tappi di chiusura provvisori per tubi e giunzioni; il sistema dovrà comunque garantire totale tenuta alle infiltrazioni del getto in calcestruzzo;

C) tubi in acciaio:

I tubi devono essere piegati in modo da limitare il più possibile l'utilizzo di curve e tratti rettilinei singoli.

In ogni caso non sono ammesse calate con più di tre elementi rigidi. Non è possibile utilizzare il tubo rigido, oggetto della presente specifica, per il collegamento diretto ad un motore. Il tratto terminale di via cavo deve essere realizzato con tubo flessibile in modo da non trasmettere le vibrazioni del motore al tubo protettivo. Nel caso di installazione di tubi in tratti pedonali orizzontali o comunque in luoghi in cui esista il potenziale pericolo di schiacciamento dovuto a trasporti vari o possibile caduta di pezzi meccanici deve essere utilizzato il tubo UNI 7683. I tubi devono essere ancorati ad un supporto rigido per tutta la loro lunghezza. Tali supporti possono essere costituiti da passerelle, profilati metallici, pareti e soffitti. Non sono ammesse calate in aria senza ancoraggio per una lunghezza superiore ai 0,5 m.

Tutti gli accessori di montaggio (bulloneria, viteria e collari) devono essere in acciaio. I diametri nominali di impiego sono i seguenti: 16 (solo per aux), 20, 25, 32, 40 mm. Ogni tubo deve riportare il nome o il marchio del fabbricante, nonché le indicazioni occorrenti per la identificazione del tubo stesso.

- canali portacavi: i canali portacavi e/o per l'applicazione di apparecchi di illuminazione, utilizzata a parete, a soffitto o a controsoffitto, dovranno avere le seguenti caratteristiche:
- gli elementi del sistema dovranno essere componibili tra di loro, garantendo, per i canali senza apparecchi di illuminazione, grado di protezione minimo IP40;
- nel caso di utilizzo di canali di dimensione o forma diverse, dovrà essere curata la connessione fra gli elementi, mediante appositi accessori, garantendo sempre il necessario grado di protezione, richiesto dall'ingresso di elementi estranei e la necessaria continuità ai fini della protezione da contatti accidentali;
- i canali metallici ed i relativi accessori dovranno avere uno spessore minimo di 7/10 di mm., consentire la realizzazione della necessaria continuità ai fini del collegamento equipotenziale e di protezione, ed evitare fenomeni di corrosione usando materiali galvanicamente compatibili;
- i canali accessibili dovranno essere dotati di coperchi ed accessori asportabili mediante attrezzi di uso comune;
- la componentistica in materiale isolante o verniciato dovrà essere tale da resistere al calore anormale ed al fuoco secondo le norme C.E.I. 64-8 (tabella IV) e resistere agli urti secondo le norme C.E.I. 23-19;
- i sistemi di fissaggio dovranno essere tali da garantire un carico statico doppio a quello previsto di normale esercizio;
- nel caso di coesistenza di circuiti di impianti diversi (telefonici, trasmissione dati, etc.), dovranno essere previsti compartimenti separati.
- il dimensionamento dei canali posacavi dovrà essere studiato in relazione ai quantitativi di cavi da posare; la distanza tra canali sovrapposti dovrà consentire l'agevole posa dei cavi, sia in corso di esecuzione del lavoro sia successivamente.
- i sostegni saranno di tipo prefabbricato, di materiale e con zincatura conforme al canale; dovranno essere sempre previsti nei punti di diramazione, dove iniziano

i tratti in salita o in discesa e alle estremità delle curve. i sostegni dovranno assicurare ai canali una completa rigidità in tutti i sensi e non dovranno subire né forature, né altra lavorazione dopo il trattamento di protezione superficiale.

- la viteria e bulloneria sarà in acciaio inossidabile con testa a goccia e sottotesta quadra; si esclude l'uso di rivetti.
- per la separazione tra reti diverse potranno essere usati divisori in lamiera di acciaio posti su tutta la lunghezza della canalizzazione, comprese le curve, le salite e discese, gli incroci e le derivazioni; i divisori saranno provvisti di forature o asolature idonee per il fissaggio ai canali ma non dovranno presentare aperture sulla parete di separazione dei cavi.
- i coperchi dovranno avere i bordi ripiegati privi di parti taglienti; il fissaggio alla passerella dovrà avvenire per incastro o tramite ganci di chiusura innestati sul coperchio non è consentito l'uso di viti autofilettanti o precarie molle esterne.
- qualora fossero verniciati con polveri in resina epossidica, saranno corredati di idonee aree di collegamento, opportunamente contrassegnate, esenti da verniciatura, onde poter effettuare il collegamento equipotenziale e garantire la continuità metallica.
- tutti gli eventuali tagli effettuati su canali posacavi metallici non dovranno presentare sbavature e parti taglienti; dopo le lavorazioni di taglio o foratura, si dovrà provvedere a ripristinare il tipo di zincatura o verniciatura adeguata al canale e proteggere eventualmente il taglio con guarnizioni opportune. i fori e le asolature effettuate per l'uscita dei cavi verso le cassette di derivazione, dovranno essere opportunamente rifiniti con passacavi in gomma o guarnizioni in materiale isolante.
- le staffe e le mensole saranno opportunamente dimensionate con i canali supposti con il massimo contenuto consentito di cavi; a tal fine si dovranno presentare alla DL, prima della loro installazione, i calcoli atti a stabilire il tipo di mensole e la loro interdistanza. In ogni caso l'interdistanza massima consentita è di 2000 mm e comunque tale che la freccia d'inflessione non risulti superiore a 5 mm.

- le curve, le derivazioni, le calate, gli incroci e i cambi di quota saranno possibilmente del tipo prestampato, ciò per evitare il più possibile i tagli sul canale o passerella base.
- la zincatura non dovrà presentare macchie nere, incrinature, vaiolature, scaglie, grumi, scorie o altri analoghi difetti.
- la verniciatura dei componenti zincati dovrà essere effettuata dopo aver trattato gli stessi con una doppia mano di fondo di "aggrappante"; la verniciatura finale dovrà essere poi effettuata con una doppia mano di prodotto a base di resine epossidiche con il colore che sarà concordato in sede di dl.

Installazioni per interno

I cavidotti dovranno essere messi in opera parallelamente alle strutture degli edifici, sia sui piani orizzontali che su quelli verticali (non saranno ammessi percorsi diagonali); le curve dovranno avere un raggio tale che sia possibile rispettare, nella posa dei cavi, le curvature minime per essi prescritte. La messa in opera di cavidotti metallici dovrà assicurarne la continuità elettrica per l'intero percorso. Le tracce sulle murature dovranno essere effettuate secondo percorsi verticali e orizzontali, comunque di preferenza in una fascia di 30 cm dal filo soffitto, filo pavimento e filo pareti.

6.9 CASSETTE DI DERIVAZIONE

Le cassette di derivazione dovranno avere caratteristiche adeguate alle condizioni d'impiego, essere in materiale isolante, resistenti al calore ed al fuoco secondo le norme C.E.I. 64-8 e corrispondere ai dettami delle Norme C.E.I. 70-1. L'installazione a parete o ad incasso dovrà consentire planarità e parallelismi; nella versione a parete le scatole dovranno avere grado di protezione minimo IP44. Le cassette dovranno poter contenere i morsetti di giunzione, quelli di derivazione e gli eventuali separatori fra circuiti appartenenti a sistemi diversi. Le dimensioni delle scatole dovranno essere tali che lo spazio occupato non sia superiore al 70% dello spazio disponibile. Le scatole annegate nei getti in cls. od equivalente dovranno consentire il fissaggio al cassero con magneti o tasselli. I sistemi per edifici prefabbricati dovranno prevedere l'installazione minima di scatole portapparecchi rettangolari o tonde d. 60 mm., per quadro elettrico, per borchia telefonica, di derivazione con profondità minima di 60 mm. L'inserimento di scatole in pareti realizzate a doppia lastra con intercapedine dovrà potersi realizzare correttamente senza l'intervento di opere murarie che alterino il sistema. Dovranno poter contenere i morsetti di giunzione e derivazione e gli eventuali separatori fra circuiti appartenenti a sistemi diversi. Le viti di fissaggio dovranno poter essere alloggiare in opportune sedi o avere accessori e/o guarnizioni che garantiscano il grado di protezione, la classe d'isolamento prescritta e che comunque non diminuiscano il livello di tensione d'isolamento dei cavi.

Guarnizioni cassette

Saranno del tipo anti-invecchiante al neoprene o al silicone.

Coperchi cassette

Saranno rimovibili a mezzo di attrezzo, fissati per mezzo di viti antiperdenti in nylon a passo lungo, con testa sferica per consentire l'apertura a cerniera del coperchio, ovvero in acciaio inox o in ottone, salvo deroghe

concesse dalla DL, disposti in maniera idonea ad assicurare una compressione uniforme su tutti i lati del coperchio.

Morsettiere di derivazione

All'interno delle cassette poste lungo le dorsali le morsettiere saranno in poliammide 6.6, di tipo fisso e componibili, mentre nelle cassette poste all'interno dei vari locali saranno in policarbonato, di tipo "compatto", unipolari a più vie. Il serraggio dei conduttori sarà di tipo indiretto. La suddivisione tra gruppi di morsetti di tipo componibile appartenenti a fasi diverse dovrà avvenire mediante separatori. Ove espressamente richiesto le derivazioni potranno essere effettuate all'esterno di cassette a mezzo di morsetti a perforazione dell'isolante, ovvero con morsetti a guscio. Per ogni tipologia di morsettiera la tensione di isolamento dovrà comunque essere coerente con quelle dei cavi che ivi saranno attestati.

Montaggio e fissaggio cassette

Le cassette dovranno essere montate in posizione accessibile; il fissaggio dovrà essere effettuato tramite tasselli ad espansione e bulloneria in acciaio zincato o chiodatura a sparo, in modo comunque da non trasmettere sollecitazioni ai tubi o ai cavi che vi fanno capo. Lo stesso dicasi per i telai in profilati metallici, staffe, zanche dimensionati per sostenere la cassetta.

Marcatura

I canali e le cassette dovranno essere contrassegnati in modo visibile con le sigle indicate negli elaborati grafici di progetto; i contrassegni saranno di materiale inalterabile nel tempo e applicati con sistemi che ne garantiscano un fissaggio permanente. Tutte le cassette dovranno essere contrassegnate in maniera ben visibile con etichette adesive in tela plastificata indicanti il circuito di appartenenza e poste per quanto possibile sul fianco della cassetta, in linea o in prossimità delle condutture in ingresso; diversamente dovranno essere contrassegnate sul retro del coperchio qualora sussistano fattori estetici o finiture delle superfici che rivestano carattere artistico. Opportune tabelle per l'identificazione dei colori costruite in materiale e con scritte inalterabili dovranno essere poste in maniera visibile entro i locali tecnici dedicati all'installazione dei quadri di zona, nei cavedi elettrici e nel locale cabina; qualora i quadri si trovino fuori da locali dedicati, le tabelle dovranno essere poste nell'apposita tasca porta schemi all'interno dei quadri stessi.

Nel caso di impianti interrati, i pozzetti dovranno essere contrassegnati in modo visibile, con simboli o numeri indicati negli elaborati grafici di progetto o definiti in sede di DL; la marcatura dovrà essere effettuata a mezzo di vernice ad elevate caratteristiche di resistenza agli agenti atmosferici, ovvero con contrassegni, targhette o altro definito in sede di DL, fissati con tasselli ad espansione.

6.10 CONNESSIONI ELETTRICHE

Le giunzioni e le derivazioni dovranno essere eseguite esclusivamente all'interno di quadri elettrici o di cassette di derivazione. Le connessioni elettriche vanno eseguite con appositi morsetti a norme CEI 23-20 e 23-21 2a ed EN 60998-1 1995 EN 60998-2-1, provvisti del marchio IMQ e correttamente installati. La corretta installazione è determinata dalla scrupolosa osservanza della capacità di connessione, specificata dal costruttore. I morsetti devono essere del tipo a serraggio indiretto con piastrina per non rovinare i conduttori, con viti imperdibili, guscio in policarbonato esente da alogeni, grado di protezione IP 20. Possono essere impiegati i morsetti a una o più vie. Le connessioni di terra e i nodi equipotenziali devono permettere la singola sconnettibilità dei conduttori. La colonna montante, dove è realizzata con un unico conduttore, va eseguita senza interruzioni. Nei centralini e nei quadri elettrici è preferibile non eseguire cavallotti sugli interruttori (requipage).

6.11 CAVI

I cavi da impiegarsi per la realizzazione delle distribuzioni primarie e secondarie dovranno essere quelli previsti dal progetto, dalle relative voci di Elenco Prezzi e dalle eventuali disposizioni emanate dalla D.L. all'atto esecutivo. I cavi previsti nel progetto sono conformi al regolamento CPR. In carenza di quanto sopra i cavi da utilizzare dovranno essere FS17 e FG16OR16 a seconda delle modalità di posa; si raccomanda l'uso di cavi non propaganti l'incendio anche in situazioni installative in cui le relative norme non lo prevedano. Per le distinzioni dei cavi dovranno essere previsti simboli o colori; quando si farà uso dei colori si dovranno osservare le seguenti regole:

- l'unificazione dei colori distintivi dei cavi si dovrà attenere alla tabella CEI-UNEL 00722;
- i colori distintivi relativi ai conduttori di fase, ove possibile, dovranno essere nero, marrone e grigio; per corrente continua rosso il polo positivo e bianco il negativo; sono vietati i singoli colori verde e giallo;
- il bicolore giallo-verde dovrà essere riservato ai conduttori di terra, di protezione e di equipotenzialità;
- il colore blu chiaro dovrà essere riservato al conduttore di neutro; quando il neutro non è distribuito, l'anima di colore blu chiaro di un cavo multipolare può essere usata come conduttore di fase. Quando il neutro è distribuito, nell'impiego di cavi tripolari il colore blu chiaro dovrà essere contraddistinto, in corrispondenza di ogni collegamento, da fascette di colore nero o marrone;
- il conduttore che svolge la doppia funzione di protezione e di neutro (PEN) dovrà avere la colorazione giallo verde e fascette terminali blu chiaro oppure colorazione blu chiaro e fascette terminali giallo-verde;
- per l'individuazione dei conduttori mediante simboli si dovranno applicare le norme CEI 16-1.

Oltre a quanto sopra, si sottolineano alcune regole di posa fondamentali:

- è tassativamente vietata la posa di cavi direttamente sottointonaco;
- i cavi installati entro tubi dovranno poter essere agevolmente sfilati e reinfilati; quelli installati entro canali o cunicoli dovranno essere facilmente posati e rimossi;
- per le dorsali/montanti, il percorso dovrà essere interamente ispezionabile (nel caso di condutture incassate almeno ad ogni piano in apposito quadro o cassetta); inoltre i montanti di energia ed ausiliari dovranno essere separati da

quelli telefonici;

- il conduttore di neutro non dovrà essere in comune a più circuiti;
- le utenze relative ad elevatori in genere, centrali tecnologiche (di riscaldamento, idrica, etc.), cucine, illuminazione esterna, pompe antincendio, dovranno essere alimentate direttamente dal quadro di BT con linee dirette e distinte.

Posa dei cavi

I cavi sulle passerelle dovranno essere posati in modo ordinato, paralleli fra loro, senza attorcigliamenti e incroci, rispettando il raggio di curvatura indicato nelle tabelle; i cavi lungo il percorso non dovranno presentare giunzioni intermedie, tranne nel caso in cui la lunghezza dei collegamenti sia maggiore della pezzatura di fabbrica. Nei tratti verticali i cavi dovranno essere ancorati alle passerelle con passo massimo di 0,5 m; nei tratti orizzontali i cavi dovranno essere legati alle passerelle e ai canali mediante fascette in corrispondenza di curve, diramazioni, incroci, cambiamenti di quota e lungo i tratti in rettilineo almeno ogni 5 m. I cavi dovranno essere fissati anche nel caso di canali chiusi (non forati) utilizzando apposite barre trasversali. I morsetti di ancoraggio alle scale posacavi saranno di tipo aperto; si esclude l'uso di morsetti metallici chiusi in particolare nel caso di cavi unipolari.

Marcatura cavi

Ogni cavo dovrà essere contrassegnato in modo leggibile e permanente con le sigle indicate negli elaborati di progetto, in modo da consentirne l'individuazione. Le marcature saranno conformi alle norme CEI 16-7 art.3 e dovranno essere applicate alle estremità del cavo in corrispondenza dei quadri e delle cassette di derivazione dorsali con anelli o tubetti porta-etichette, ovvero tubetti presigliati o termorestringenti.

Connessioni terminali

Le connessioni dei cavi comprendono la formazione delle terminazioni ed il collegamento ai morsetti. La guaina dei cavi multipolari dovrà essere opportunamente rifinita nel punto di taglio con manicotti termorestringenti. Le terminazioni saranno di tipo e sezione adatte alle caratteristiche del cavo su cui verranno montate e all'apparecchio a cui verranno collegate; si esclude qualsiasi adattamento di dimensione o sezione del cavo o del capocorda stesso. Ad ogni dispositivo di serraggio di ciascun morsetto non dovrà essere cablato più di un conduttore; l'eventuale equipotenzializzazione dovrà avvenire tra i morsetti mediante opportune barrette "di parallelo". I cavi, presso i punti di collegamento, dovranno essere fissati con fascette o collari, ovvero si dovranno utilizzare appositi pressacavi, in modo da evitare sollecitazioni sui morsetti di quadri o cassette, ecc. Per le connessioni dei cavi di energia, di comando, di segnalazione e misura, si dovranno impiegare capicorda a compressione in rame stagnato, del tipo preisolato o protetto con guaina termorestringente.

Designazione dei cavi

Negli schemi, le designazioni delle linee in partenza o in arrivo dai quadri dovranno essere fatte secondo le sigle unificate delle tabelle CEI-UNEL, in base alle quali risulta pure deducibile in modo inequivocabile, la formazione delle linee e, in particolare, se esse risultano costituite da cavi unipolari o da cavi multipolari.

6.12 COMPONENTI MODULARI

Tutte le apparecchiature da montarsi sui quadri, dovranno essere quelle previste dal progetto, dalle relative voci di Elenco Prezzi e dalle eventuali disposizioni emanate dalla D.L. all'atto esecutivo; in ogni caso dovranno essere di tipo modulare, dello stesso modulo base e, per quanto possibile della stessa marca.

In carenza di quanto sopra si potranno installare apparecchiature modulari con modulo base 17,5 mm. per profilati EN 50022 (modularità raccomandata) o modulo base 25 mm.

Le apparecchiature da installare dovranno soddisfare, oltre alla modularità, le caratteristiche richieste: in particolare la gamma degli interruttori automatici magnetotermici e differenziali, che dovrà essere conforme alle norme CEI 23-3, 23-18 e 17-5 e avere tensione nominale 400V, 50-60 Hz., corrente nominale fino a 125 A, potere di interruzione fino a 30KA, dovrà prevedere:

- interruttori automatici magnetotermici con protezione differenziale di I_d su diversi valori (0,03-0,3-0,5A);
- sensibilità alla forma d'onda di tipo AC per l'utilizzazione con corrente alternata e di tipo A per l'utilizzazione con apparecchi di classe I con circuiti elettronici che danno luogo a correnti pulsanti e/o componenti continue;
- possibilità di inserimento sul fianco di ciascun apparecchio di un elemento ausiliario (larghezza 1 o 1/2 modulo) contenente uno o più contatti ausiliari di scattato relè o sganciatori di apertura (solo per interruttori automatici);
- possibilità di ampia scelta di apparecchi complementari dello stesso modulo base e installabili sullo stesso profilato, quali interruttori di manovra-sezionatori, interruttori differenziali puri, contattori, relè di priorità, trasformatori, contaore, contatori, prese UNEL, deviatori, interruttori orari, relè passo-passo, temporizzatori, etc.

6.13 PRESE A SPINA INDUSTRIALI (TIPO C.E.E. 17)

Le prese a spina industriali tipo C.E.E. 17, a norme CEI 23-12 e 70-1, se previste, dovranno avere involucro in materiale isolante, resistente al calore anormale ed al fuoco secondo norme CEI 23-12, garantire grado di protezione minimo IP55 sia a spina inserita che disinserita, possibilità di essere dotate di interruttore di manovra con interblocco atto a rendere impossibile l'inserzione e l'estrazione della spina sotto tensione e l'accesso alle parti in tensione a circuito chiuso. La gamma proposta dovrà avere corrente nominale da 16 a 63A, possibilità di scelta tra 2P+T, 3P+T, 3P+T+N, possibilità di installazione direttamente a parete oppure su apposite basi modulari componibili isolate, possibilità di scelta del dispositivo di protezione contro le sovratensioni nei tipi con interruttori automatici, con fusibili o con salvamotori, possibilità di installare interruttori differenziali.

6.14 CRITERI INSTALLATIVI

L'installazione delle varie apparecchiature dovrà essere eseguita secondo criteri e modalità che la D.L. emanerà all'atto esecutivo e comunque nel rispetto delle norme in materia vigenti od emanate prima dell'inizio dei lavori ed in particolare dell'art. 32 L. 28.02.1986 n. 41 e del D.P.R. 27.04.1978, n. 384. In carenza di quanto sopra, le altezze delle varie apparecchiature dal piano finito del pavimento, salvi casi eccezionali, dovranno essere:

- circa m. 0,90 per apparecchi di comando e simili;
- circa m. 0,45 per prese 2x10A+T e 2x16A+T;

- circa m. 1,50 per quadri elettrici (asse quadro);
- oltre m. 2,30 per pulsanti a tirante dei bagni;
- minimo m. 1,50 per tutte le apparecchiature delle centrali tecnologiche.

6.15 SELETTIVITÀ

L'impianto elettrico dovrà essere realizzato per assicurare la massima selettività possibile, onde evitare che, in caso di guasto, su un circuito a valle intervengano anche le protezioni generali a monte. In particolare, per attuare la predetta selettività, se non diversamente previsto dal progetto, si dovrà operare nel seguente modo:

SISTEMA TN:

- interruttori con sganciatori termomagnetici con ritardo breve intenzionale (selettività cronometrica) per gli interruttori di grossa portata;
- soglia magnetica bassa o alta (selettività amperometrica);
- differenziali del tipo e del modo come specificato per sistema TT.

6.16 IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di messa a terra dovrà essere realizzato secondo quanto previsto dal progetto, dalle relative voci di Elenco Prezzi e dalle eventuali disposizioni emanate dalla D.L. all'atto esecutivo nel rispetto della Guida CEI 64-12 e delle Norme CEI 64-8; in particolare si dovrà porre particolare attenzione a:

- valore della resistenza di terra che dovrà essere in accordo con le disposizioni di legge e con le esigenze dell'impianto di protezione e di funzionamento;
- efficienza dell'impianto nel tempo sia per quanto riguarda il valore di resistenza che per i materiali impiegati;
- correnti di guasto che dovranno essere sopportate senza danno.

In ogni impianto utilizzatore dovrà essere realizzato un impianto di terra unico; all'impianto dovranno essere collegate tutte le masse e le masse estranee esistenti nell'area dell'impianto utilizzatore, la terra di protezione e di funzionamento dei circuiti e degli apparecchi utilizzatori (ove esistenti: centro stella dei trasformatori, impianto contro i fulmini, etc.). L'impianto di terra potrà essere costituito da dispersore, conduttore di terra, collettore o nodo principale di terra, conduttori di protezione e conduttori equipotenziali. Per quanto riguarda dimensioni e sezioni minime di vari componenti da usarsi nella realizzazione dell'impianto di terra si dovrà far riferimento alle tabelle esplicative delle norme CEI 64-8.

6.16.1 Dispersore

Si definisce dispersore la parte che serve per disperdere le correnti verso terra. Il dispersore dovrà essere realizzato secondo quanto previsto dal progetto e dalle relative voci di Elenco Prezzi; generalmente sarà costituito da tondi, profilati, tubi, nastri, corde, etc. In carenza di quanto sopra e previa preventiva approvazione della D.L., si potranno inoltre impiegare i ferri delle armature di fondazione, l'armatura dei cavi e le tubazioni dell'impianto idrico, anche pubblico; l'uso delle tubazioni dell'impianto idrico e delle armature dei cavi è

consentito solo se questi sono sotto il completo controllo dell'utente utilizzatore e, per l'impianto idrico pubblico, dietro consenso dell'Ente erogatore il quale è tenuto ad avvertire l'utente di eventuali modifiche all'impianto che possano alterarne le caratteristiche. Per non variare il valore della resistenza di terra nel tempo si dovrà porre la massima cura nell'installazione e nella scelta della profondità del dispersore (per evitare fenomeni di corrosione del dispersore, congelamento del terreno, etc.) che dovrà comunque essere installato nelle aree esterne all'edificio. I materiali da preferire sono nell'ordine: rame, acciaio ramato, ferro zincato, ferro non zincato, altri materiali metallici. Le giunzioni fra i diversi elementi del dispersore e fra il dispersore ed il conduttore di terra dovranno essere effettuate con saldatura forte o autogena oppure con robusti morsetti o manicotti purché assicurino un contatto equivalente; le giunzioni dovranno inoltre essere protette contro la corrosione.

6.16.2 Conduttore di terra

Si definisce conduttore di terra il conduttore che collega il dispersore al collettore (o nodo) principale di terra. Il conduttore di terra dovrà essere eseguito secondo quanto previsto dal progetto e dalle relative voci di Elenco Prezzi; generalmente dovrà essere costituito da conduttori di rame (o equivalente o ferro), e potranno essere impiegati corde, piattine, tubi e simili, elementi strutturali metallici inamovibili, etc.; dovrà comunque essere di tipo adatto all'impiego, affidabile e resistente nel tempo.

6.16.3 Collettore (o nodo) principale di terra

Si definisce collettore (o nodo) principale di terra il componente dell'impianto di terra a cui andrà collegato il conduttore di terra e a cui faranno capo i vari conduttori di protezione, i conduttori equipotenziali principali, i conduttori di messa a terra di un punto del sistema (solitamente il neutro) e le masse dell'impianto MT. Il collettore principale di terra dovrà essere eseguito secondo quanto previsto dal progetto e dalle relative voci di Elenco Prezzi; in ogni caso in ogni impianto dovrà essere previsto (solitamente nel locale cabina o nel quadro generale) almeno un collettore (o nodo) principale di terra posto in posizione accessibile per effettuare verifiche e misure. Per i grossi impianti dovrà essere costituito da una o più sbarre di metallo robusto (preferibilmente rame) mentre, per i piccoli impianti, potrà essere sufficiente un morsetto.

6.16.4 Conduttori di protezione

Si definiscono conduttori di protezione i conduttori che collegano il o i collettori (o nodi) principali di terra alle masse. I conduttori di protezione dovranno essere eseguiti secondo quanto previsto dal progetto e dalle relative voci di Elenco Prezzi; in ogni caso dovrà essere posta la massima cura nella scelta della sezione e nell'esecuzione dei collegamenti dei conduttori di protezione che, per la loro funzione ed estensione, costituiscono in genere la parte più importante dell'impianto di terra. Per i conduttori di protezione, secondo quanto previsto dalle norme CEI 64-8 potranno essere usati: anime di cavi multipolari, conduttori nudi, cavi unipolari, armature dei cavi elettrici, tubi protettivi metallici, canalette metalliche, masse estranee con caratteristiche adeguate. I conduttori di protezione dovranno essere ispezionabili ed affidabili nel tempo, protetti contro qualsiasi danneggiamento meccanico, da corrosione, etc., che ne alteri le caratteristiche, non dovranno avere inseriti dispositivi di interruzione salvo che sul collettore (o nodo) principale di terra per poter eseguire le misure.

6.16.5 Conduttori equipotenziali

Si definiscono conduttori equipotenziali i conduttori che collegano le masse e/o masse estranee per assicurare le equipotenzialità. I conduttori equipotenziali dovranno essere eseguiti secondo quanto previsto dal progetto, dalle relative voci di Elenco Prezzi e comunque in tutti i casi previsti dalle norme in materia, vigenti od emanate prima dell'inizio dei lavori. I conduttori equipotenziali si dividono in principali, per il collegamento al collettore (o nodo) principale di terra, e supplementari per il collegamento al conduttore di protezione (ad esempio in una cassetta di derivazione).

6.17 QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

6.17.1 Impianti elettrico e dati

1) Canalizzazioni e cavi

I tubi di protezione, le canalette portacavi, i condotti sbarre, il piatto di ferro zincato per le reti di terra, saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera. Sono comprese le incidenze per gli sfridi e per i pezzi speciali per gli spostamenti, raccordi, supporti, staffe, mensole e morsetti di sostegno ed il relativo fissaggio a parete con tasselli ad espansione. I cavi multipolari o unipolari di MT e di BT saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, aggiungendo 1 m per ogni quadro al quale essi sono attestati. Nei cavi unipolari o multipolari di MT e di BT sono comprese le incidenze per gli sfridi, i capi corda, esclusi i terminali dei cavi di MT. I terminali dei cavi a MT saranno valutati a numero. Nel prezzo dei cavi di MT sono compresi tutti i materiali occorrenti per l'esecuzione dei terminali stessi. I cavi unipolari isolati saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo in opera, aggiungendo 30 cm per ogni scatola o cassetta di derivazione e 20 cm per ogni scatola da frutto. Sono comprese le incidenze per gli sfridi, morsetti volanti fino alla sezione di 6 mm², morsetti fissi oltre tale sezione. Le scatole, le cassette di derivazione ed i quadri rack, saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologia e dimensione. Nelle scatole di derivazione stagne sono compresi tutti gli accessori quali passacavi, pareti chiuse, pareti a cono, guarnizioni di tenuta, in quelle dei quadri rack sono comprese le morsettiere.

2) Apparecchiature in generale e quadri elettrici

Le apparecchiature in generale saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e portata entro i campi prestabiliti. Sono compresi tutti gli accessori per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante. I quadri elettrici saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche e tipologie in funzione di: superficie frontale della carpenteria e relativo grado di protezione (IP); numero e caratteristiche degli interruttori, contattori, fusibili, ecc.

Nei quadri la carpenteria comprenderà le cerniere, le maniglie, le serrature, i pannelli traforati per contenere le apparecchiature, le etichette, ecc. Gli interruttori automatici magnetotermici o differenziali, i sezionatori ed i contattori da quadro, saranno distinti secondo le rispettive caratteristiche e tipologie quali:

- a) il numero dei poli;
- b) la tensione nominale
- c) la corrente nominale;
- d) il potere di interruzione simmetrico;
- e) il tipo di montaggio (contatti anteriori, contatti posteriori, asportabili o sezionabili su carrello); comprenderanno l'incidenza dei materiali occorrenti per il cablaggio e la connessione alle sbarre del quadro e quanto occorre per dare l'interruttore funzionante.

I corpi illuminanti saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e potenzialità.

Sono comprese le lampade, i portalampade e tutti gli accessori per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante. I frutti elettrici di qualsiasi tipo saranno valutati a numero di frutto montato. Sono escluse le scatole, le placche e gli accessori di fissaggio che saranno valutati a numero.

6.17.2 Opere di assistenza agli impianti

Le opere e gli oneri di assistenza di tutti gli impianti compensano e comprendono le seguenti prestazioni:

- scarico dagli automezzi, collocazione in loco compreso il tiro in alto ai vari piani di utilizzo e sistemazione in magazzino di tutti i materiali pertinenti agli impianti;
- apertura e chiusura di tracce, predisposizione e formazione di fori ed asole su murature e strutture di calcestruzzo armato;
- muratura di scatole, cassette, sportelli, controtelai di bocchette, serrande e griglie, guide e porte ascensori;
- fissaggio di apparecchiature in genere ai relativi basamenti e supporti.
- formazione di basamenti di calcestruzzo o muratura e, ove richiesto, l'interposizione di strato isolante, baggioli, ancoraggi di fondazione e nicchie;
- manovalanza e mezzi d'opera in aiuto ai montatori per la movimentazione inerente alla posa in opera di quei materiali che per il loro peso e/o volume esigono tali prestazioni;
- i materiali di consumo ed i mezzi d'opera occorrenti per le prestazioni di cui sopra;
- la pulizia, sgombero e il trasporto alla discarica dei materiali di risulta delle lavorazioni, compresa eventuale indennità di discarica;
- scavi e rinterri relativi a tubazioni od apparecchiature poste interrate;
- ponteggi di servizio interni ed esterni.

6.17.3 Mano d'opera

Gli operai per i lavori in economia dovranno essere idonei al lavoro per il quale sono richiesti e dovranno essere provvisti dei necessari attrezzi. L'Appaltatore è obbligato, senza compenso alcuno, a sostituire tutti quegli operai che non riescano di gradimento alla Direzione dei lavori. Circa le prestazioni di manodopera saranno osservate le disposizioni e convenzioni stabilite dalle leggi e dai contratti collettivi di lavoro, stipulati e convalidati a norma delle leggi sulla disciplina giuridica dei rapporti collettivi. Nell'esecuzione dei lavori che formano oggetto del presente appalto, l'Impresa si obbliga ad applicare integralmente tutte le norme contenute nel contratto collettivo nazionale di lavoro per gli operai dipendenti dalle aziende industriali edili ed affini e negli accordi locali integrativi dello stesso, in vigore per il tempo e nella località in cui si svolgono i lavori anzidetti. L'Impresa si obbliga altresì ad applicare il contratto e gli accordi medesimi anche dopo la scadenza e fino alla sostituzione e, se cooperative, anche nei rapporti con i soci. I suddetti obblighi vincolano l'Impresa anche se non sia aderente alle associazioni stipulanti o receda da esse e indipendentemente dalla natura industriale della stessa e da altra sua qualificazione giuridica, economica o sindacale.

L'Impresa è responsabile in rapporto alla Stazione appaltante dell'osservanza delle norme anzidette da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei rispettivi loro dipendenti, anche nei casi in cui il contratto collettivo non disciplini l'ipotesi del subappalto.

Il fatto che il subappalto sia o non sia stato autorizzato, non esime l'Impresa dalla responsabilità di cui al comma precedente e ciò senza pregiudizio degli altri diritti della Stazione appaltante. Non sono, in ogni caso, considerati subappalti le commesse date dall'Impresa ad altre imprese:

- a) per la fornitura di materiali;
- b) per la fornitura anche in opera di manufatti ed impianti speciali che si eseguono a mezzo di Ditte specializzate.

In caso di inottemperanza agli obblighi precisati nel presente punto, accertata dalla Stazione appaltante o ad essa segnalata dall'Ispettorato del Lavoro, la

Stazione appaltante medesima comunicherà all'Impresa e, se nel caso, anche all'Ispettorato suddetto, l'inadempienza accertata e procederà ad una detrazione del 20 % sui pagamenti in acconto, se i lavori sono in corso di esecuzione, ovvero alla sospensione del pagamento del saldo, se i lavori sono stati ultimati, destinando le somme così accantonate a garanzia dell'adempimento degli obblighi di cui sopra. Il pagamento all'Impresa delle somme accantonate non sarà effettuato sino a quando dall'Ispettorato del Lavoro non sia stato accertato che gli obblighi predetti sono stati integralmente adempiuti. Per le detrazioni e sospensione dei pagamenti di cui sopra, l'Impresa non può opporre eccezioni alla Stazione appaltante, né ha titolo al risarcimento di danni.

6.17.4 Noleggi

Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio debbono essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento. Sono a carico esclusivo dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine. Il prezzo comprende gli oneri relativi alla mano d'opera, al combustibile, ai lubrificanti, ai materiali di consumo, all'energia elettrica ed a tutto quanto occorre per il funzionamento delle macchine.

Con i prezzi di noleggio delle motopompe oltre la pompa sono compensati il motore, o la motrice, il gassogeno, e la caldaia, la linea per il trasporto dell'energia elettrica e, ove occorra, anche il trasformatore.

I prezzi di noleggio di meccanismi in genere si intendono corrisposti per tutto il tempo durante il quale i meccanismi rimangono a piè d'opera a disposizione dell'Amministrazione e cioè anche per le ore in cui i meccanismi stessi non funzionano, applicandosi il prezzo stabilito per meccanismi in funzione soltanto alle ore in cui essi sono in attività di lavoro; quello relativo a meccanismi in riposo in ogni altra condizione di cose anche per tutto il tempo impiegato per riscaldare la caldaia e per portare a regime i meccanismi.

Nel prezzo del noleggio sono compresi e compensati gli oneri e tutte le spese per il trasporto a piè d'opera, montaggio, smontaggio ed allontanamento dei detti meccanismi. Per il noleggio dei carri e degli autocarri il prezzo verrà corrisposto soltanto per le ore di effettivo lavoro rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa o perditempo.

6.17.5 Trasporti

Con i prezzi dei trasporti si intende compensata anche la spesa per i materiali di consumo, la manodopera del conducente, e ogni altra spesa occorrente. I mezzi di trasporto per i lavori in economia debbono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondere alle prescritte caratteristiche. La valutazione delle materie da trasportare è fatta a seconda dei casi, a volume od a peso con riferimento alla distanza.

6.17.6 Altre opere

Sono pure comprese e compensate nelle rispettive voci tutte le seguenti opere:

- pulizia ed ingrassaggio di parti a contatto ed in scorrimento e filettature ossidatesi dal momento della presa in consegna e durante il montaggio, ed eventuali piccole riparazioni derivate da incidenti di trasporto od altro; esecuzione di tutti i collaudi elencati dagli articoli riguardanti il collaudo degli impianti, compresi il trasporto, il montaggio e lo smontaggio di tutte le attrezzature necessarie;
- risarcimento alla Committente per spese che la stessa incontrerà per riparazioni di danni a strumenti, apparecchiature e lo stesso ad opere già eseguite; (tali danni saranno addebitati all'Impresa stessa alle condizioni richieste per il ripristino delle opere danneggiate);
- protezione con mezzi idonei ed approvati dalla Direzione Lavori, delle apparecchiature e strumenti che potrebbero essere danneggiati sia in fase di montaggio sia in fase di normale manutenzione delle tubazioni ed apparecchiature di processo;
- allineamento e taratura degli strumenti anche se installati da altri;
- esecuzione di tutti i collaudi d'isolamento e funzionamento con l'impiego, il trasporto, il montaggio e lo smontaggio di tutte le attrezzature necessarie che devono essere di fornitura dell'Installatore;
- esecuzione di tutte quelle modifiche e rifacimenti conseguenti al mancato rispetto da parte dell'Impresa delle specifiche, norme, disegni e ad errate operazioni di montaggio ed a necessità derivanti dalla mancata osservanza delle istruzioni impartite dall'incaricato della Committente.

L'Impresa è tenuta a demolire e ricostruire a sue spese qualsiasi opera mal posizionata rispetto a quanto indicato nel presente Capitolato, documentazione tecnica e/o sui disegni.

6.18 DISEGNI DI MONTAGGIO E DOCUMENTAZIONE FINALE

Prima dell'arrivo dei materiali in cantiere, dovranno essere forniti al Committente i disegni di montaggio e d'officina di tutte le apparecchiature (accettate preventivamente dal Committente stesso) che abbisognano di opere accessorie per la posa in opera, quali basamenti, collegamenti elettrici, inserimenti nelle strutture edili ecc., in modo da poter predisporre in tempo sufficiente tali opere per il completamento. Si riterrà l'Impresa appaltatrice responsabile per eventuale mancanza di tempestività nel fornire tale documentazione, se le prestazioni richieste ad altre imprese dovessero subire ritardi o maggiorazioni di costo imputabili a quanto sopra. Il più presto possibile o comunque subito dopo l'ultimazione dei lavori, l'Impresa appaltatrice dovrà provvedere a quanto segue:

- consegnare al Committente tutte le documentazioni delle parti impiantistiche, riunite in una raccolta;
- consegnare al Committente i certificati di collaudo da parte degli Enti preposti delle parti impiantistiche;
- redigere e consegnare al Committente gli aggiornamenti dei disegni definitivi finali degli impianti (as-built), così come sono stati realmente eseguiti, completi di piante, sezioni, schemi ecc., in modo da poter verificare in ogni momento le reti e gli impianti stessi;
- fornire al Committente una monografia sugli impianti eseguiti, con tutti i dati tecnici, dati di tarature, istruzioni per la messa in funzione dei vari impianti o apparecchiature e norme di manutenzione.

Alla fine della monografia, in apposita cartella, dovranno essere contenuti i dettagli illustrativi delle singole apparecchiature con le relative norme di installazione, messa in funzione, manutenzione e, per ogni macchina, un elenco dei pezzi di ricambio consigliati dal costruttore per un periodo di funzionamento di due anni. Il Committente non prenderà in consegna gli impianti se non dopo l'espletamento di quanto sopra e si riserva la facoltà, qualora l'Impresa appaltatrice non ottemperi nel tempo prefissato, di imporre all'Impresa stessa di avviare gli impianti. In tal caso l'Impresa rimarrà unica responsabile fino alla consegna (che potrà avvenire

comunque solo dopo consegnate la documentazione di cui si è detto), e con la totale manutenzione, ordinaria e straordinaria, a suo completo carico, sempre fino alla consegna, con esclusione dei soli consumi di energia.