Comune di Sant'Arcangelo Trimonte

Provincia di Benevento



PROGETTO ESECUTIVO

"Interventi di Messa in Sicurezza Operativa della discarica di località Nocecchia, Comune di S. Arcangelo Trimonte (BN), ai sensi dell'art. 240, comma 1, lettera n) del D.lgs. 152/2006 e s.m.i."

Committente :

REGIONE CAMPANIA

Il Responsabile Unico del Procedimento:

ing. Gianluigi Della Ragione

Studio di progettazione :

IMPERIA SOCIETÀ DI INGEGNERIA

IMPERIA S.R.L.
84128 SALERNO
Via Antonio Iannuzzi, 35
tel. 348 549 4302

e-mail: info@imperiaingegneria.com
www.imperiaingegneria.com
Imperia Ingegneria
imperia_ingegneria

TÜV SÜD ISO 9001
ISO 9001:2015
Nr. 50 100 16636

ing. Egidio Grillo
(Direttore tecnico)

IMPERIA S.r.l.
Il Direttore Tecnico
Ingegnere Egidio Grillo

ELABORATO

Disciplinare Tecnico Prestazionale

CODIFICA

prog.	categoria	sottocatgoria	progress.	revisione	data	scala	plot
PE	GEN	DT	001	B	09/2026	----	A4

rev	data	descrizione	redatto	approvato
a	04/2026	EMISSIONE	EG	EG
b	09/2026	INTEGRAZIONE VERBALE DI VERIFICA	EG	EG
c				
d				
e				

Il presente documento non potrà essere riprodotto, copiato o altrimenti pubblicato senza il consenso scritto da parte di Imperia srl. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguitato a norma di legge.

1 QUALITÀ DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI 1
1.1 Materiali in genere 1
1.2 Accettazione, qualità ed impiego dei materiali 1
1.3 Emissioni negli ambienti confinati (inquinamento indoor) 2
2 ATTIVITÀ PRELIMINARI 3
2.1 Pulizia preliminare dell'area 3
2.2 Rilievo topografico e programma dei lavori 4
2.3 Allontanamento delle acque dall'area di lavoro 4
2.4 Saggi e tracciati 4
3 IMPIANTO DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI FALDA 5
3.1 Impianto di Trattamento delle acque di falda 5
3.2 Calcestruzzi 5
3.3 Materiali costituenti e loro qualificazione 5
3.3.1 Cemento 5
3.3.2 Aggregati 6
3.3.3 Acqua 6
3.3.4 Additivi 7
3.3.5 Aggiunte 7
3.3.6 Miscele 7
3.3.7 Accettazione delle miscele 10
3.3.8 Qualità delle miscele in laboratorio 11
3.3.9 Qualifica delle miscele all'impianto 11
3.3.10 Confezionamento delle miscele 12
3.3.11 Posa in opera delle miscele 13
3.3.12 Stagionatura e protezione del calcestruzzo 14
3.4 Acciaio per armature 15
3.4.1 Acciaio per cemento armato B450C 15
3.4.2 Acciaio per cemento armato B450A 16
3.5 Strutture prefabbricate in cemento armato 16
3.5.1 Posa in opera 17
3.5.2 Appoggi 17
3.5.3 Montaggio 17
3.5.4 Strutture da realizzare 18
3.5.5 Prove di tenuta 18
3.6 Materiali previsti in progetto 19
3.6.1 Calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati (Applicazione del criterio ambientale minimo 2.5.2) 19
3.6.2 Prodotti prefabbricati in calcestruzzo, in calcestruzzo aerato autoclavato e in calcestruzzo vibrocompresso (Criterio Ambientale Minimo 2.5.3) 19
3.6.3 Acciaio (CAM 2.5.4) 19
3.6.4 Laterizi (CAM 2.5.5) 20
4 TUBAZIONI 20
4.1 Tubazioni per reti in pressione 20
4.1.1 Normativa di riferimento 20
4.1.2 Produzione (CAM 2.5.12) 21
4.2 Tubazioni per reti di scarico 22
4.2.1 Normativa di riferimento 22
4.3 Marcatura 22
4.4 Criteri di accettazione 23
4.5 Movimentazione dei materiali 23
4.6 Trasporto 23
4.7 Carico, scarico, movimentazione 24
4.8 Accatastamento 24
4.9 Conservazione di raccordi, valvole, pezzi speciali 24
4.10 Modalità e procedure di posa in opera 24
4.10.1 Scavi 25
4.10.2 Letto di posa 25
4.10.3 Posa in opera 25
4.10.4 Rinterri e riempimenti 26

4.10.5 Sistemi di giunzione 27
4.10.6 Attrezzature impiegate 27
4.10.7 Saldatura per elettrofusione 28
4.10.8 Controllo dei materiali 29
4.10.9 Preparazione degli elementi da saldare 29
4.10.10 Posizionamento degli elementi da saldare 29
4.10.11 Saldatura mediante elementi termici di contatto (testa a testa) 30
4.10.12 Giunto a bicchiere 33
4.10.13 Filettatura 33
4.10.14 Giunti metallici 33
4.10.15 Raccordi in materiale termoplastico 33
4.10.16 Giunzioni mediante flangiatura 34
4.11 Collaudo idraulico per tubazioni in pressione 34
4.12 *Collaudo tradizionale* 34
4.13 *Collaudo aggiornato* 35
4.14 Collaudo idraulico per tubazioni corrugate 36
4.15 Tubazioni e pezzi speciali 37
5 SPECIFICHE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE 37
5.1 Componenti dell'impianto di depurazione 37
5.2 Tubazioni in acciaio 37
5.3 Requisiti tubi e raccordi 38
5.4 Controlli e campionamenti in fabbrica 38
5.5 Marcatura 39
5.6 Giunzioni 39
5.7 Rivestimenti 40
5.8 Rivestimenti di tipo bituminoso 41
5.9 Rivestimento interno in malta cementizia centrifugata 41
5.10 Rivestimenti epossidici 42
5.11 Rivestimenti esterni in polietilene 42
5.12 Zincatura 43
5.13 Certificazioni e documentazione 43
5.14 Accettazione dei tubi e dei raccordi 44
5.15 Realizzazione delle condotte 45
5.16 Collaudo in opera delle condotte 49
5.17 Tubazioni in polietilene PE100 49
5.18 Riferimenti normativi 49
5.19 Materia prima utilizzata nella fabbricazione dei tubi 50
5.20 Pressioni e spessori 54
5.21 Giunzioni 55
5.22 Raccordi 63
5.23 Marcature dei raccordi 70
5.24 Accettazione di tubi e raccordi 70
5.25 Movimentazione dei materiali 71
5.26 Trasporto dei tubi 71
5.27 Conservazione dei materiali 72
5.28 Modalità e procedure di posa in opera 72
5.29 Verifiche ispettive 78
5.30 Costi delle verifiche ispettive 79
5.31 Valvole a saracinesca 79
5.32 Documentazione di riferimento 80
5.33 Diametri 80
5.34 Pressioni 80
5.35 Temperature 80
5.36 Flange 80
5.37 Scartamento 80
5.38 Direzione di manovra 81
5.39 Involucro 81
5.40 Coperchio 81
5.41 Cuneo 81

5.42 Albero 81
5.43 Tenuta 82
5.44 Viteria 82
5.45 Marcatura 82
5.46 Prove/controlli/collaudi 82
5.47 Certificazioni 83
5.48 Strutture, attrezzature e mezzi dell'appaltatore 84
5.49 Non conformità 84
5.50 Verifiche ispettive (audit) 84
5.51 Oneri dell'appaltatore 85
5.52 Valvole di ritegno a battente gommato 85
5.53 Riferimento a Norme e Regolamenti 85
5.54 Flange 86
5.55 Marcatura 86
5.56 Prove 86
5.57 Filtri dual media (sabbia antracite) 86
5.58 Filtri a carboni attivi 87
5.59 Apparecchiature elettromeccaniche 88
5.60 Protezione delle superfici metalliche 89
5.61 Zincatura a caldo 89
5.62 Verniciatura epossidica o eposidicobituminosa 89
5.63 Pompe sommergibili 90
5.64 Ponte raschiatore periferico 91
5.65 Ponte raschiatore va e vieni 91
5.66 Ponte raschiatore per ispessitore 92
5.67 Nastropressa 92
5.68 Pompa monovite per alimentazione fango ispessito 92
5.69 Torre di strippaggio 92
5.70 Sonda per la misura del pH 92
5.71 Sonda per la misura dell'ammoniaca 92
5.72 Sonda per la misura dei solidi sospesi totali 93
5.73 Sonda per la misura del cromo esavalente 93
6 SPECIFICHE TECNICHE PER IMPIANTI ELETTRICI 94
6.1 Categoria d'opera 94
6.2 Prescrizioni tecniche generali. Requisiti di rispondenza a norme leggi, regolamenti 94
6.3 Cavi 94
6.4 Prescrizioni riguardanti i circuiti - Cavi e conduttori: 96
6.5 Classi di prestazione dei cavi elettrici in relazione all'ambiente di installazione / livello di rischio incendio 97
6.6 Tubi Protettivi - Percorso tubazioni - Cassette di derivazione 100
6.7 Posa di cavi elettrici isolati 101
6.8 Protezione contro i contatti indiretti 102
6.9 Impianto di messa a terra e sistemi di protezione contro i contatti indiretti 102
6.10 Prescrizioni particolari per locali da bagno. Divisione in zone e apparecchi ammessi 103
6.11 Prescrizioni particolari per locali da bagno. Collegamento equipotenziale nei locali da bagno 103
6.12 Prescrizioni particolari per locali da bagno. Alimentazione nei locali da bagno 104
6.13 Prescrizioni particolari per locali da bagno. Condutture elettriche nei locali da bagno 104
6.14 Prescrizioni particolari per locali da bagno. Altri apparecchi consentiti nei locali da bagno 104
6.15 Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione 104
6.16 Protezione mediante doppio isolamento 105
6.17 Protezione delle condutture elettriche 105
6.18 Protezione di circuiti particolari 106
6.19 Coordinamento con le opere di specializzazione edile e delle altre non facenti parte del ramo d'arte dell'impresa appaltatrice 106
6.20 Materiali di rispetto 106
6.21 Protezione da sovratensioni per fulminazione indiretta e di manovra 106
6.22 Maggiorazioni dimensionali rispetto ai valori minori consentiti dalle norme CEI e di legge 107
6.23 Cabine di trasformazione 107
6.24 Cabine di trasformazione. Caratteristiche elettriche generali 107
6.25 Cabine di trasformazione. Caratteristiche delle apparecchiature di alta tensione 107

6.26 Cabine di trasformazione. Trasformatori 108
6.27 Cabine di trasformazione. Protezione contro le sovracorrenti 108
6.28 Cabine di trasformazione. Protezione contro l'anormale riscaldamento dell'olio 108
6.29 Cabine di trasformazione. Protezione contro le sovratensioni transitorie e protezione contro sovratensioni causate da contatti fra avvolgimenti M.T. e B.T. dei trasformatori 108
6.30 Cabine di trasformazione. Protezione contro i contatti indiretti 108
6.31 Cabine di trasformazione. Protezioni meccaniche dal contatto accidentale con parti in tensione 109
6.32 Cabine di trasformazione. Protezione dalle sovratensioni di origine atmosferica 109
6.33 Cabine di trasformazione. Attrezzi ed accessori 109
6.34 Cabine di trasformazione. Protezione di Bassa Tensione della cabina 109
6.35 Cabine di trasformazione. Disposizioni particolari per la consegna delle cabine di trasformazione 110
6.36 Quadri elettrici 110
6.37 Quadri elettrici. Protezione contro le scariche sovratensioni 110
6.38 Rete di terra 111
6.39 Rete di terra. Conduttori Di Protezione 111
6.40 Rete di terra. Collegamenti Equipotenziali 111
7 SPECIFICHE TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI POZZI BARRIERA 112
7.1 Area di cantiere 112
7.2 Sistemi di perforazione 112
7.3 Prescrizioni specifiche sulla perforazione 117
7.4 Programma di perforazione 118
7.5 Preparazione al completamento, logs 118
7.6 Caratteristiche dei pozzi 118
7.7 Tubi e filtri 121
7.7.1 Conformità 121
7.7.2 Norme di fabbricazione 121
7.7.3 Certificazione. 121
7.7.4 Saldatura. 121
7.7.5 Linearità 122
7.7.6 Centralizzazione 122
7.7.7 Filettature. 122
7.7.8 Verifiche strutturali. 122
7.8 Manto drenante 122
7.9 Isolamento delle falde-cementazioni 122
7.9.1 Materiali ammessi. 123
7.9.2 Procedure e controlli. 123
7.10 Sviluppo del pozzo 123
7.11 Prova di portata finale 124
7.12 Motori e pompe di sollevamento 124
7.12.1 Camera di avampozzo 125
8 SPECIFICHE PER LA GESTIONE DELL'IMPIANTO DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI FALDA 126
8.1 Modalità generali di esecuzione della gestione dell'impianto di TAF e delle opere realizzate 126
9 SPECIFICHE PER IL COLLAUDO 126
9.1 Procedura di collaudo funzionale dell'impianto 126
9.2 Verifica di conformità al progetto 127
9.3 Verifiche in fase di avviamento 127
9.4 Efficienza depurativa di ogni fase di trattamento dell'acqua 127
9.5 Verifica del corretto dosaggio dei reagenti 128
9.6 Caratteristiche dei sistemi di filtrazione 128
9.7 Operazioni di controlavaggio dei filtri 128
9.8 Efficienza della linea fanghi 128
9.9 Caratteristiche dei residui prodotti 129
9.10 Verifiche in condizioni di esercizio provvisorio 129
9.11 Verifiche idrodinamiche 129
9.12 Limiti di fornitura – Lavori inclusi 130
9.13 Oneri a carico dell'Appaltatore 130
9.14 Prove, verifiche e collaudo delle apparecchiature e dei materiali 131
9.15 Disegni costruttivi - Documentazione - Cataloghi 131
9.16 Montaggi 131

9.17 Basamenti delle apparecchiature 131
9.18 Identificazione delle apparecchiature 132
9.19 Passaggi ed attraversamenti 132
9.20 Rumore e vibrazioni delle apparecchiature 132
9.21 Istruzioni al personale della Committenza 132
9.22 Documentazione finale, manuale di conduzione e manutenzione 132
9.23 Assistenze 132
9.24 Materiali di consumo 133
9.25 Qualità e provenienza dei materiali 133
9.26 Prescrizioni esecutive generali 133
10 SPECIFICHE TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEL CONSOLIDAMENTO MEDIANTE DEEP MIXING 134
10.1 Oggetto e riferimenti 134
10.2 Tecnologia esecutiva e caratteristiche geometriche delle colonne 134
10.3 Legante, dosaggi e parametri operativi 134
10.4 Campo prova preliminare 135
10.5 Controlli geotecnici in corso d'opera 135
10.6 Collaudo dell'intervento e ripristino della sovrastruttura stradale 136

1 QUALITÀ DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI

1.1 Materiali in genere

1. Quale regola generale si intende che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti, realizzati con materiali e tecnologie tradizionali e/o artigianali, per la costruzione delle opere, proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei lavori, rispondano alle caratteristiche e prestazioni di seguito indicate. Nel caso di prodotti industriali la rispondenza a questo capitolato può risultare da un attestato di conformità rilasciato dal produttore e comprovato da idonea documentazione e/o certificazione.
2. I materiali da impiegare per la realizzazione delle opere descritte nel presente Capitolato devono corrispondere ai requisiti prescritti nei successivi Capitoli; nel caso in cui non siano espressamente dichiarate le caratteristiche del materiale, l'Impresa deve fare riferimento a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia.
3. In mancanza di particolari prescrizioni i materiali impiegati devono essere delle migliori qualità esistenti in commercio.
4. La Direzione Lavori ha la facoltà di prescrivere le qualità dei materiali che si devono impiegare in ogni singolo lavoro, quando trattasi di materiali non contemplati nel presente Capitolato.
5. I materiali occorrenti devono provenire da località e/o Aziende che l'Impresa ritiene di sua convenienza, purché ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori. Siano riconosciuti della migliore qualità e comunque rispondenti ai requisiti di cui sopra. L'impresa deve quindi sottoporre per approvazione alla Direzione Lavori ogni materiale in fase di approvvigionamento in cantiere e durante la posa in opera.
6. Nel caso in cui la Direzione Lavori dovesse rifiutare una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa, a sua cura e spese, deve sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute.
7. I materiali rifiutati devono essere allontanati immediatamente dal cantiere, a cura e spese della stessa impresa.
8. Nonostante l'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori, l'Impresa risulta essere la sola ed unica responsabile della riuscita delle opere, anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.
9. Le opere devono essere eseguite secondo un programma dei lavori presentato e disposto dall'Impresa, previa accettazione della Direzione Lavori o dalle disposizioni che verranno ordinate volta per volta dalla Direzione Lavori. Resta invece di esclusiva competenza dell'Impresa la loro organizzazione per aumentare il rendimento della produzione lavorativa.
10. L'impiego, da parte dell'Impresa, di prodotti provenienti da operazioni di riciclaggio è ammesso, purché il materiale rientri nelle successive prescrizioni di accettazione. La loro presenza deve essere dichiarata alla Direzione Lavori.
11. L'Impresa deve demolire e rifare, a sua cura e spese, i lavori eseguiti senza la necessaria diligenza e con materiali per qualità, misura e peso diversi dai prescritti, anche in caso di sua opposizione e protesta.
12. In merito all'eventuale opposizione o protesta, da esprimersi nelle forme prescritte dalla normativa vigente, verrà deciso secondo la procedura stabilita dalle norme medesime.
13. Qualora la Direzione Lavori presuma che esistano difetti di costruzione, può ordinare le necessarie verifiche.

1.2 Accettazione, qualità ed impiego dei materiali

1. I controlli di qualificazione in fase di approvvigionamento devono essere realizzati a cura dell'Impresa.
2. Le prove di controllo in corso d'opera rimangono a carico dell'Impresa e devono essere eseguite da un

laboratorio (ufficiale quando previsto dalla legge) di gradimento della Committente e della Direzione Lavori.

3. In correlazione a quanto è prescritto circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'impresa è obbligata a prestarsi in tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegarsi, nonché a quelle di campioni di lavori eseguiti, da prelevarsi in opera, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione dei campioni, le analisi in sito e/o l'invio degli stessi a laboratori specializzati (ufficiali quando previsto dalla legge) indicati dalla Committente e/o dalla Direzione Lavori, nonché per le corrispondenti prove ed esami.
4. Il prelievo dei saggi e/o campioni per le prove prescritte deve avvenire in contraddittorio e dell'operazione deve essere redatto apposito verbale con tutte le indicazioni utili ad individuare univocamente i prelievi effettuati, la loro conservazione e la loro autenticità che deve essere garantita, secondo i casi, da punzonature e/o sigilli e/o fotografie.
5. Le diverse prove ed esami sui campioni devono essere effettuate presso laboratori specializzati, secondo quanto previsto nel presente documento.
6. I risultati ottenuti in tali laboratori di fiducia della Committente sono i soli riconosciuti validi dalle due parti e ad essi esclusivamente si farà riferimento a tutti gli effetti del presente appalto.

1.3 Emissioni negli ambienti confinati (inquinamento indoor)

1. Le categorie di materiali elencate di seguito dovranno rispettare le prescrizioni sui limiti di emissione esposti nella successiva tabella:
   a. pitture e vernici per interni;
   b. pavimentazioni (sono escluse le piastrelle di ceramica e i laterizi, qualora non abbiano subito una lavorazione post cottura con applicazioni di vernici, resine o altre sostanze di natura organica), incluso le resine liquide;
   c. adesivi e sigillanti;
   d. rivestimenti interni (escluse le piastrelle di ceramica e i laterizi);
   e. pannelli di finitura interni (comprensivi di eventuali isolanti a vista);
   f. controsoffitti;
   g. schermi al vapore sintetici per la protezione interna del pacchetto di isolamento.

Limite di emissione (µg/m³) a 28 giorni	
Benzene Tricloroetilene (trielina) di-2-etilesilftalato (DEHP) Dibutilftalato (DBP)	1 (per ogni sostanza)
COV totali	1500
Formaldeide	<60
Acetaldeide	<300
Toluene	<450
Tetracloroetilene	<350
Xilene	<300
1,2,4-Trimetilbenzene	<1500
1,4-diclorobenzene	<90
Etilbenzene	<1000
2-Butossietanolo	<1500
Stirene	<350

2 ATTIVITÀ PRELIMINARI

2.1 Pulizia preliminare dell'area

1. Tutte le aree interessate dai lavori dovranno essere ripulite ed approntate adeguatamente a cura dell'Impresa.
2. La superficie di lavoro dovrà essere sgomberata da tutti gli oggetti estranei quali strutture varie, resti vegetali (ceppi, radici, arbusti e sterpaglie), eventuali materiali di risulta.
3. Nell'esecuzione dei lavori, l'Impresa dovrà attenersi a quanto segue:
    a. il diserbamento e lo scotico del terreno dovranno sempre essere eseguiti prima di realizzare qualsiasi scavo e/o rilevato;
    b. tutto il materiale vegetale (inclusi ceppi e radici) dovrà essere completamente rimosso, alterando il meno possibile la consistenza originaria del terreno in sito;
    c. il materiale scoticato, se riconosciuto idoneo dalla Direzione Lavori, previo ordine di servizio, potrà essere riutilizzato;
    d. lo scotico viene stabilito nella misura ritenuta adeguata dalla D.L, al di sotto del piano campagna e sarà ottenuto praticando i necessari scavi di sbancamento, tenuto conto della natura e consistenza delle formazioni costituenti il terreno.
4. Sarà a cura dell'Affidatario, il carico, l'accatastamento e il trasporto nei luoghi di deposito o nei punti di impiego secondo le disposizioni della direzione lavori, comunque all'interno del cantiere, dei materiali e dei manufatti esclusi dal presente appalto e già presenti in cantiere (tubazioni e rotoli in materiale plastico, elementi metallici, serbatoi, …).
5. Sarà a cura dell'Affidatario l'allontanamento e lo smaltimento di tutto il materiale rinvenuto, salvo quanto specificato di seguito.
6. Sarà effettuata la rimozione completa di tutti i materiali presenti sul sito che intralcino l'esecuzione dei lavori che saranno considerati rifiuti solo in seguito alla verifica della non idoneità al riutilizzo degli stessi. In ogni caso sarà a cura dell'Affidatario, il carico, l'accatastamento e il trasporto nei luoghi di deposito o nei punti indicati dalla direzione lavori, comunque all'interno del cantiere
7. Ai fini delle conseguenti responsabilità si evidenzia come a seguito dell'aggiudicazione l'affidatario sarà considerato ed assumerà a tutti gli effetti la qualifica giuridica di "produttore / detentore del rifiuto" ai sensi del d.Lgs. 152/2006 e s.m.i..
8. La rimozione dei rifiuti di qualsiasi genere avverrà attraverso l'esecuzione delle seguenti lavorazioni e attività:
    a. Individuazione degli elementi sull'area di intervento;
    b. Evidenziazione e confinamento delle aree di intervento;
    c. Classificazione del materiale eseguita ai sensi della vigente normativa ambientale con lo scopo di attribuire il codice CER e le classi di pericolosità così come individuate nella Decisione 2000/532/CE e sulla base di quanto riportato nell'Allegato III della Direttiva 91/689/CEE in riferimento ai codici di pericolosità;
    d. Rimozione e movimentazione, sollevamento, eventuale vagliatura, carico e trasporto del materiale all'impianto di recupero o smaltimento a qualsiasi distanza dal sito in oggetto, eseguito da azienda autorizzata e iscritta all'Albo Nazionale dei Gestori Ambientali, che svolgerà la sua attività in conformità all'art. 193 del Dlgs 152/06;
    e. Scarico dei materiali dall'automezzo nell'impianto di recupero e/o smaltimento autorizzato, con l'impiego di adeguati mezzi;
    f. Rilascio della copia del formulario di cui all'art. 193 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., attestante l'avvenuto smaltimento;

Le attività sopra indicate hanno carattere esemplificativo e non esaustivo, non se ne escludono altre non menzionate per la perfetta riuscita dell'intervento, nel rispetto della normativa dettata dal D.Lgs. 152/06 e s.m.i., D. Lgs. 81/08 e s.m.i. e D.M. 03/08/2005 e s.m.i..

I rifiuti verranno codificati in base agli Allegati D, G, H e I del D. Lgs. 03/04/2006 n. 152 e s.m.i. e del Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio 2 maggio 2006.

9. Per la corretta assegnazione del codice, l'Appaltatore dovrà svolgere, a proprio onere e spesa, tutte le attività relative ivi incluse l'esecuzione di analisi di laboratorio fermo restando l'esclusiva responsabilità dello stesso Appaltatore nella definizione dei codici. Pertanto, ogni eventuale verifica del codice attribuito ad un rifiuto sarà a totale carico dell'Appaltatore.

2.2 Rilievo topografico e programma dei lavori

1. Prima di iniziare i lavori, l'Impresa dovrà eseguire un rilievo topografico e geofisico al fine di individuare i sottoservizi presenti nell'area oggetto dell'Appalto e fornirlo alla Direzione Lavori, la quale provvederà ad effettuare una verifica con il rilievo di progetto definitivo, per tenere conto di eventuali variazioni plano-altimetriche.
2. L'Impresa dovrà inoltre eseguire la picchettatura del perimetro esterno dell'area di lavoro, in modo che risultino chiaramente visibili i limiti da rispettare durante le operazioni di movimentazione dei terreni.
3. Prima di iniziare i lavori, l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori una relazione dettagliata in cui indicherà i mezzi e le modalità di esecuzione degli stessi, nonché il cronoprogramma dettagliato delle opere con gli avanzamenti previsti, in accordo con le richieste del Committente. Il cronoprogramma dettagliato dovrà essere in perfetta coerenza e/o migliorativo rispetto a quello di progetto ed inserito in contratto.
4. Durante i lavori l'Impresa dovrà attenersi a tale programma, previamente approvato dalla Direzione Lavori; sarà facoltà della Direzione Lavori disporre variazioni a tale programma, prima dell'inizio dei lavori e/o nel corso di essi.
5. Resta in ogni caso stabilito che il sistema dettato ed in special modo la successione delle varie fasi di lavoro, dovrà essere rispondente alle migliori norme di esecuzione per lavori del genere, in relazione alle caratteristiche dei materiali da interessare e al tempo stabilito per l'utilizzazione di tutte le opere connesse.
6. L'Impresa, tenuto conto del tempo concesso per l'esecuzione dei lavori, dovrà dare dimostrazione che i predisposti mezzi d'opera in genere e specificatamente gli impianti ausiliari siano largamente proporzionati per la razionale esecuzione dei lavori.

2.3 Allontanamento delle acque dall'area di lavoro

1. L'impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, all'allontanamento e allo smaltimento delle acque di qualsiasi provenienza (meteoriche e/o sotterranee) e quantità, eventualmente raccoltesi in corrispondenza dell'area di lavoro, durante le operazioni di movimentazione dei terreni e comunque fino all'attività successiva.
2. L'allontanamento delle acque dovrà avvenire senza intralciare le attività di cantiere e dovrà essere eseguito con tutti i mezzi che si ravviseranno più opportuni per mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo e tali mezzi dovranno essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento.
3. I sistemi impiegati per l'eliminazione delle acque dovranno essere sicuri ed idonei, in modo che non ne derivi alcun intralcio al normale svolgimento dei lavori nell'area di cantiere e nelle zone limitrofe e nessun danno alle opere in costruzione, al personale di cantiere ed alla proprietà oltre che alla salubrità dell'ambiente.

2.4 Saggi e tracciati

1. Al termine delle operazioni di preparazione dell'area e prima di iniziare i lavori di scavo e/o riporto, l'Impresa è tenuta ad eseguire la picchettatura completa o parziale dell'area, in modo che risultino indicati i limiti delle varie categorie delle opere in progetto (scavi, riporti, basamenti, strade, fondazioni, etc.), in base alle dimensioni riportate negli elaborati di progetto.
2. A tempo opportuno e secondo le indicazioni della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà posizionare le modine o garbe utili e necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate, tanto degli scavi che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelle manomesse durante l'esecuzione dei lavori.
3. Qualora alla movimentazione dei terreni siano connesse opere murarie e/o in calcestruzzo (semplice, armato e precompresso), l'Impresa dovrà procedere al tracciamento di esse, pure con l'obbligo della conservazione dei picchetti ed eventualmente delle modine, come per i lavori di movimentazione dei terreni.
4. L'impresa è tenuta all'accertamento della presenza di eventuali sottoservizi prima di cominciare qualsiasi operazione di scavo.
5. Eventuali scavi eseguiti dall'Impresa per comodità di lavoro o altri motivi, al di fuori delle linee indicate nei disegni e senza autorizzazione scritta della Direzione Lavori, non saranno contabilizzati agli effetti del pagamento.
6. L'Impresa, inoltre, dovrà provvedere, a sua cura e spese, al riempimento dei vani rimasti al di fuori delle linee indicate con materiali che saranno specificati dalla Direzione Lavori di caso in caso.

3 IMPIANTO DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI FALDA

3.1 Impianto di Trattamento delle acque di falda

1. Il progetto prevede la realizzazione dell'impianto di trattamento delle acque di falda (TAF), che tratterà una portata di falda media, in condizioni di morbida, pari a circa 50 m^3/giorno. L'impianto sarà localizzato in un'area interna al sito.
2. L'impianto di trattamento delle acque di falda è di tipo chimico-fisico, dimensionato per una portata di circa 50 m^3/g, ed è costituito da una sezione di equalizzazione, reazione con dosaggio reagenti (coagulazione, neutralizzazione, flocculazione), sedimentazione e filtrazione finale su quarzite e carbone attivo.
3. Il sistema è completo di apparecchiature elettromeccaniche, quadro di comando e telecontrollo, ed è integrato con la rete di emungimento e con il sistema di scarico finale in corpo idrico superficiale.
4. I materiali di costruzione scelti per le strutture, per le tubazioni, per le apparecchiature elettromeccaniche e per quelle idrauliche hanno caratteristiche di resistenza adeguate agli agenti chimico-fisici presenti nelle acque collettate.

3.2 Calcestruzzi

1. Il calcestruzzo è un materiale composito che si ottiene per miscelazione di cemento, aggregati ed acqua e per successivo indurimento della pasta cementizia. Oltre a questi componenti il calcestruzzo può contenere additivi ed aggiunte.
2. Le seguenti norme tecniche riguardano esclusivamente il calcestruzzo normale così come definito al punto 3.6 della norma UNI 9858.

3.3 Materiali costituenti e loro qualificazione

3.3.1 Cemento

Il cemento è un legante idraulico, cioè un materiale inorganico finemente macinato che, mescolato con acqua, forma una pasta che rapprende e indurisce a seguito di processi e reazioni di idratazione e che, una volta indurita, mantiene la sua resistenza e la sua stabilità anche sott'acqua.

I cementi utilizzati dovranno soddisfare ai requisiti previsti dalla L. 595/65 ed elencati nella Norma UNI ENV 197-1:

- tipo I (Portland);
- tipo II (Portland composito);
- tipo III (d'altoforno);
- tipo IV (pozzolanico); tipo V (composito).

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, i cementi utilizzati dovranno essere controllati e certificati come previsto dal DPR 13/9/93 n. 246 e dal D.M. 12/07/93 n. 314. Tale certificazione sarà rilasciata dall'Istituto Centrale per la Industrializzazione e la Tecnologia Edilizia (I.C.I.T.E.) o da altri organismi autorizza ti ai sensi dello stesso D.M. 12/07/93.

3.3.2 Aggregati

Gli aggregati sono componenti del calcestruzzo costituiti da elementi lapidei integri o frantumati, naturali o artificiali, aventi forma e dimensioni consone alla confezione del calcestruzzo.

Gli aggregati, in relazione alla categoria di impiego prevista devono possedere le caratteristiche fondamentali indicate nel prospetto 1 della norma UNI 8520-97 parte 2a.

La scelta della categoria (Tabella 8.1) è legata alla classe di resistenza (Tabella 8.2) ed alla classe di esposizione della struttura (Tabella 8.3) cui è destinato il calcestruzzo.

Categoria	Classi di resistenza	Classi di esposizione
A	tutte	XC3, XD, XS, XF, XA
B	tutte	X0, XC1, XC2
C	C8/10, C12/15	

Inoltre, se indicato negli elaborati di progetto, potrà essere richiesto il soddisfacimento di più caratteristiche aggiuntive elencate nel prospetto 2 della Norma UNI 8520-97 parte 2a.

Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla valutazione del rischio da "vizio occulto" di reazione alcali-aggregato a fronte del quale, fatto salvo l'esito positivo delle prove previste dalla norma UNI 8520 (parti 4 e 22), si potranno adottare ulteriori misure preventive quali ad esempio:

la scelta di cementi a basso contenuto di alcali (UNI EN 196/21);
impermeabilizzazione della struttura;
utilizzo di idonei quantitativi di aggiunte.

Durante la lavorazione la Direzione Lavori verificherà la continuità della corrispondenza delle caratteristiche del materiale ai valori ottenuti nella fase di qualifica. Qualora si verifichino discrepanze significative, la Direzione Lavori potrà rifiutare il materiale lapideo.

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

3.3.3 Acqua

L'acqua d'impasto deve rispettare le prescrizioni della norma UNI-EN 1008.

3.3.4 Additivi

Gli additivi sono prodotti che, aggiunti al calcestruzzo in piccole quantità in massa rispetto al cemento, inducono le richieste modifiche delle proprietà del calcestruzzo.
Gli additivi devono rispettare le prescrizioni delle Norme UNI 7101÷7120 ed UNI EN 934/2, non devono contenere sostanze dannose in quantità tali da pregiudicare la durabilità del calcestruzzo o da causare corrosione delle armature.

L'impiego di additivi è consentito previa la verifica del loro dosaggio e delle prestazioni delle miscele, allo stato fresco e allo stato indurito.

3.3.5 Aggiunte

Le aggiunte sono materiali inorganici finemente macinati che possono essere aggiunti al calcestruzzo per modificarne le caratteristiche o ottenerne di speciali.

L'impiego nelle miscele di aggiunte è consentito, purché in quantità tali da non pregiudicare la durabilità del calcestruzzo o da causare corrosione alle armature.

Le ceneri volanti impiegate dovranno essere conformi alla Norma UNI EN 450.

Le prestazioni dei calcestruzzi confezionati con l'aggiunta di ceneri volanti o altre aggiunte di tipo II (secondo la Norma UNI 9858), sia allo stato fresco che indurito, vanno verificate nel corso della fase di qualifica delle miscele.

3.3.6 Miscele

Il calcestruzzo va specificato dal progettista come miscela progettata con riferimento alle prestazioni richieste (calcestruzzo a prestazione garantita). I dati fondamentali per gli impasti a prestazione garantita, da indicarsi in tutti i casi, comprendono:

1. Classe di resistenza;
2. Massima dimensione nominale degli aggregati;
3. Tipo di struttura (semplice, armata o precompressa);
4. Classe di esposizione ambientale;
5. Lavorabilità.

La classe di resistenza del calcestruzzo (Tabella 8.2) è definita dalla resistenza caratteristica a compressione misurata su cubi di 150mm di lato (Rck) o cilindri di diametro 150mm e altezza 300mm (fck).

Classe di resistenza	f_{ck} (N/mm^2)	R_{ck} (N/mm^2)	Categoria del calcestruzzo
C8/10	8	10	non strutturale
C12/15	12	15	
C 16/20	16	20	ordinario
C20/25	20	25	
C25/30	25	30	
C30/37	30	37	
C35/45	35	45	
C40/50	40	50	
C45/55	45	55	

Per la determinazione della resistenza a compressione si farà riferimento alle Norme UNI 6126, 6127, 6130, 6132 ed alle prescrizioni del DM 14/01/2008.

La classe di esposizione ambientale di ciascun elemento strutturale sarà di norma specificata seguendo le indicazioni delle "Linee Guida sul calcestruzzo strutturale" emanate dal S.T.C. del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Denominazione	Descrizione dell'ambiente di esposizione
X0 - Nessun rischio di corrosione	
X0	Molto secco
XC - Corrosione indotta da carbonatazione	
XC1	Secco
XC2	Bagnato raramente secco
XC3	Umidità moderata
XC4	Cicli di bagnamento e di essiccamento
XD - Corrosione indotta dai cloruri	
XD1	Umidità moderata
XD2	Bagnato raramente secco
XD3	Cicli di bagnamento e di essiccamento
XS - Corrosione indotta dai cloruri dell'acqua di mare	
XS1	Esposto a nebbia salina ma non in contatto diretto con acqua di mare
XS2	Sommerso
XS3	Nella zona delle maree, nella zona degli spruzzi
XF - Attacco da cicli di gelo disgelo	
XF1	Grado moderato di saturazione in assenza di sali disgelanti
XF2	Grado moderato di saturazione in presenza di sali disgelanti
XF3	Grado elevato di saturazione in assenza di sali disgelanti
XF4	Grado elevato di saturazione in presenza di sali disgelanti
XA - Attacco chimico	
XA1	Aggressività debole
XA2	Aggressività moderata
XA3	Aggressività forte

Nel caso in cui gli elaborati progettuali specifichino la classe di esposizione ambientale secondo le specifiche della Norma UNI 9858, il collegamento con le presenti Norme Tecniche può essere effettuato secondo quanto riportato nella Tabella successiva.

Ambiente d'esposizione secondo UNI 9858		Classi di esposizione
Secco / Molto secco	1	X0
Umido senza gelo	2a	XC1; XC2
Debolmente aggressivo	5a	XC3; XD1; XA1
Umido con gelo	2b	XF1
Marino senza gelo	4a	XS1; XD2
Moderatamente aggressivo	5b	XA2; XC4
Umido con gelo e sali disgelanti	3	XF2
Marino con gelo	4b	XF3
Fortemente aggressivo	5c	XD3; XS2; XS3; XF4; XA3

In relazione alla classe di esposizione prescritta, il calcestruzzo dovrà soddisfare ai seguenti requisiti:

- classe di esposizione XC:

Denominazione della classe	Massimo rapporto a/c	Minimo dosaggio di cemento (kg/m^3)	Classe di resistenza
XC1	0.60	280	C25/30
XC2	0.60	280	C25/30
XC3	0.55	300	C30/37
XC4	0.50	320	C30/37

- classe di esposizione XD:

Denominazione della classe	Massimo rapporto a/c	Minimo dosaggio di cemento (kg/m^3)	Classe di resistenza
XD1	0.55	300	C30/37
XD2	0.50	320	C30/37
XD3	0,45	350	C35/45

- classe di esposizione XS:

Denominazione della classe	Massimo rapporto a/c	Minimo dosaggio di cemento (kg/m^3)	Classe di resistenza
XS1	0.50	300	C30/37
XS2	0.45	320	C35/45
XS3	0.40	370	C35/45

- classe di esposizione XF:

Denominazione della classe	Massimo rapporto a/c	Minimo dosaggio di cemento (kg/m^3)	Classe di resistenza
XF1	0.55	300	C30/37
XF2	0.50	320	C30/37
XF3	0.50	320	C30/37
XF4	0.45	340	C35/45

Per i calcestruzzi in classe di esposizione XF dovrà essere inoltre garantito il volume minimo di microbolle d'aria aggiunta specificato in Tabella. Le microbolle dovranno essere uniformemente distribuite nella miscela ed avere un fattore di spaziatura < 0,20mm, misurato sul calcestruzzo indurito.

Diametro massimo dell'aggregato (mm)	Aria Aggiunta (%)
32	4
16	5
8	6

- classe di esposizione XA:

Denominazione della classe	Massimo rapporto a/c	Minimo dosaggio di cemento	Classe di resistenza*
XA1	0.55	300	C30/37
XA2	0.50	320	C30/37
XA3	0.40	370	C35/45

Quando l'attacco chimico sia dovuto ai solfati, i cementi dovranno rispettare le prescrizioni della UNI 9156.

La lavorabilità degli impasti è valutata attraverso misure di consistenza del calcestruzzo fresco. Per la misura della consistenza sarà impiegato di norma il metodo dell'abbassamento al cono (UNI 9418). Se previsto negli elaborati di progetto,

Potranno inoltre essere richieste prestazioni basate sulla misura della consistenza attraverso la prova di spandimento (UNI 8020 - metodo B). I valori di riferimento per l'individuazione della classe di consistenza sono quelli indicati nelle tabelle successive.

Classe di consistenza	Abbassamento al cono (mm)	Denominazione corrente
S1	Da 10 a 40	Umida
S2	Da 50 a 90	Plastica
S3	Da 100 a 150	Semifluida
S4	Da 160 a 210	Fluida
S5	> 210	Superfluida

Classe di consistenza	Spandimento (mm)
FB1	340
FB2	da 350 a 410
FB3	da 420 a 480
FB4	da 490 a 550
FB5	da 560 a 620
FB6	! 630

In mancanza di esplicite diverse indicazioni negli elaborati di progetto, le miscele, al momento del getto, devono avere un abbassamento al cono di almeno 100mm (S3) o uno spandimento di almeno 420mm (FB3).

In ogni caso la classe di consistenza specificata negli elaborati di progetto, si intende riferita al momento del getto del calcestruzzo.

Il dosaggio, il tipo e la classe di cemento da utilizzare, saranno stabiliti nella fase di qualificazione delle miscele. Nella scelta si dovrà tenere conto oltre che della resistenza richiesta, del suo sviluppo nel tempo, e delle esigenze legate alla durabilità (classe di esposizione ambientale), anche della velocità di sviluppo della resistenza, e del calore di idratazione. In ogni caso il dosaggio di cemento non potrà mai scendere al di sotto dei 280 kg/m^3**.**

L'assortimento granulometrico delle miscele dovrà essere realizzato impiegando almeno tre classi granulometriche diverse.

La granulometria dell'aggregato combinato sarà progettata e messa a punto nella fase di qualifica delle miscele e dovrà garantire il raggiungimento delle prestazioni richieste sia allo stato fresco che indurito. La curva granulometrica scelta per ciascuna miscela dovrà essere comunicata prima dell'inizio dei getti alla Direzione Lavori che provvederà a verificarne la costanza.

La massima dimensione nominale degli aggregati dovrà essere indicata negli elaborati di progetto, nel rispetto delle indicazioni riportate al punto 5.4 della Norma UNI 9858 e delle vigenti disposizioni di legge.

Il rapporto acqua-cemento (a/c) delle miscele sarà stabilito in modo da garantire la durabilità del calcestruzzo, il raggiungimento della resistenza richiesta dagli elaborati progettuali e di tutte le altre prestazioni richieste alle miscele, sia allo stato fresco che indurito.

Nella determinazione del rapporto a/c occorre considerare gli aggregati nella condizione di saturazione a superficie asciutta.

Pertanto bisognerà tenere conto dell'umidità degli aggregati al momento dell'impasto, sia essa in eccesso o in difetto rispetto alla condizione su menzionata, in base ai valori di assorbimento determinati in fase di qualificazione, secondo la Norma UNI 8520 parti 13a e 16a.

3.3.7 Accettazione delle miscele

La composizione della miscela (acqua, cemento, aggregati, additivi ed aggiunte) deve essere stabilita in modo da soddisfare le specifiche prestazionali richieste, e di minimizzare i fenomeni di segregazione ed essudazione del calcestruzzo fresco.
A tale scopo l'Impresa è tenuta a far eseguire uno studio della composizione del calcestruzzo (mix design). Tale studio si articolerà in due fasi comprendendo una fase di qualifica delle miscele in laboratorio ed una di messa a punto delle miscele all'impianto di produzione.

3.3.8 Qualità delle miscele in laboratorio

L'Impresa presenterà alla Direzione Lavori lo studio di composizione del conglomerato cementizio sulla base delle richieste contenute negli elaborati progettuali. Tale studio sarà eseguito presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e conterrà i risultati delle prove fisiche e di resistenza meccanica realizzate su ciascuna miscela di cui sia previsto l'impiego. Lo studio di composizione presentato non dovrà essere più vecchio di un anno. Per ognuna delle miscele proposte per l'impiego dovrà essere indicato almeno:

- il proporzionamento analitico di un metro cubo di calcestruzzo; tipo, classe e dosaggio di cemento;
- la quantità d'acqua utilizzata;
- il rapporto a/c (con aggregati in condizioni saturi a superficie asciutta); la granulometria ed il dosaggio di ciascuna frazione degli aggregati;
- i risultati delle prove di qualifica degli aggregati utilizzati; tipo e dosaggio degli eventuali additivi ed aggiunte;
- in caso di impiego di additivo aerante, il contenuto percentuale di aria inclusa
- nell'impasto fresco;
- classi di esposizione ambientale per le quali la miscela è durabile; la massa volumica del calcestruzzo fresco;
- la lavorabilità delle miscele;
- le resistenze meccaniche alle scadenze prescritte.

Potrà inoltre essere prevista la preparazione di provini per la determinazione di qualsiasi altra caratteristica del calcestruzzo richiesta dagli elaborati progettuali.

3.3.9 Qualifica delle miscele all'impianto

La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei getti solamente dopo l'approvazione della documentazione relativa agli studi di qualifica delle miscele in laboratorio ed all'effettuazione, presso l'impianto di produzione, in contraddittorio con l'Impresa, di impasti di prova per la qualificazione della produzione di ciascuna miscela.

La qualifica si intenderà positivamente superata quando:

- la resistenza caratteristica misurata sul calcestruzzo all'impianto di produzione risulti superiore
- a quella prevista per la miscela in prova;
- l valore dell'abbassamento al cono sia conforme alla classe di consistenza dichiarata;
- il rapporto a/c determinato secondo le modalità previste nella norma UNI 6393, non superi di 0,04 quello dichiarato nella qualifica delle miscele in laboratorio;
- il valore della massa volumica del calcestruzzo fresco sia superiore al 97% di quello ottenuto nella qualifica delle miscele in laboratorio.

- Nel caso sia previsto il pompaggio delle miscele, gli impasti prodotti dovranno possedere idonee proprietà reologiche, di modo che il getto avvenga mantenendo il valore prestabilito del rapporto a/c.

L'approvazione delle miscele da parte della Direzione Lavori non libera in alcun modo l'Impresa dalle sue responsabilità in base alle norme vigenti. La qualifica delle miscele dovrà essere ripetuta, con le medesime modalità, ogni qualvolta verranno a modificarsi sensibilmente le caratteristiche fisico-chimiche dei costituenti del calcestruzzo o le modalità di confezionamento.

3.3.10 Confezionamento delle miscele

Gli impianti di confezionamento del calcestruzzo devono avere una adeguata capacità di stoccaggio delle materie prime (cementi, aggregati, aggiunte, additivi) per garantire la continuità della produzione secondo il previsto programma dei lavori.

Materiali di tipo diverso devono essere movimentati e stoccati in modo da evitare miscelazioni, contaminazioni o deterioramento. Non è consentito il mescolamento di cementi diversi per tipo, classe di resistenza o provenienza. Il cemento e le aggiunte dovranno essere adeguatamente protetti dall'umidità atmosferica e dalle impurità.

Durante lo stoccaggio degli aggregati occorre evitare che si verifichi una segregazione all'interno di ciascuna frazione granulometrica.

Gli additivi devono essere trasportati e conservati in modo da evitare che la loro qualità venga compromessa da fattori chimici o fisici.

Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico, con dosaggio a peso degli aggregati, del cemento e delle eventuali aggiunte. Acqua, ed additivi possono essere dosati sia a peso che a volume.

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

Dovranno essere predisposte apparecchiature o procedure di controllo tali da consentire, per ogni impasto, il controllo dell'umidità degli aggregati e quindi l'aggiunta della corretta quantità d'acqua. Il dosaggio effettivo degli aggregati, dell'acqua, del cemento e delle aggiunte dovrà essere realizzato con precisione del 3% quello degli additivi con precisione del 5%.

Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi, tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno. La loro precisione dovrà essere pari almeno quella riportata nella prospetto X della Norma UNI 9858.

Gli impasti dovranno essere confezionati in mescolatori meccanici aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare.

Il tempo e la velocità di miscelazione dovranno essere tali da produrre una miscela omogenea. Per quanto non specificato, vale la Norma UNI 7163 - 79.

Se si aggiungono all'impasto additivi in quantità inferiore a 2g/kg di cemento, questi devono essere preventivamente dispersi in una parte dell'acqua di impasto. Quando, a causa del breve periodo di attività degli additivi, sia necessario aggiungerli in cantiere, il calcestruzzo deve già essere stato miscelato in modo omogeneo prima dell'additivazione. Al termine dell'additivazione il calcestruzzo deve essere rimiscelato fino a che l'additivo risulti completamente disperso nella massa di calcestruzzo ed inizi ad esplicare la sua azione.

Trasporto delle miscele

Il trasporto del calcestruzzo, dall'impianto di betonaggio al luogo di impiego, ed il suo scarico, 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 calcestruzzo medesimo.

Ogni carico di calcestruzzo dovrà essere accompagnato da un documento di trasporto sul quale saranno indicati:

- numero di serie;
- denominazione dell'impianto di betonaggio;
- identificazione dell'autobetoniera;
- nome del cliente;
- denominazione ed indirizzo del cantiere;
- la data e le ore di carico, di arrivo in cantiere e di inizio/fine scarico;
- quantità (m^3) di calcestruzzo fornito;
- la classe di resistenza;
- la classe di esposizione ambientale;
- la classe di consistenza;
- un codice che identifichi la ricetta utilizzata per il confezionamento;
- la dimensione massima dell'aggregato;
- il tipo, la classe e, il contenuto di cemento;
- il rapporto a/c;
- il dosaggio ed il tipo di eventuali additivi da aggiungere in cantiere.

A richiesta, il personale dell'Impresa dovrà esibire detti documenti agli incaricati della Direzione Lavori. L'Impresa dovrà tenere idonea documentazione in base alla quale sia possibile individuare il punto della struttura cui ciascun carico è stato destinato.

3.3.11 Posa in opera delle miscele

La posa in opera del calcestruzzo sarà eseguita dopo aver preparato accuratamente le casseforme, gli scavi da riempire ed i piani di posa e dopo aver posizionato le armature metalliche. Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, sono eseguiti in conformità alle disposizioni degli elaborati progettuali.

I getti, che dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto, potranno essere iniziati solo dopo la verifica delle casseforme, degli scavi, e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori. Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione. A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm ottenuti dopo la compattazione.

L'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, misurata dall'uscita dello scivolo o della bocca del tubo convogliatore, non dovrà superare 1m.

Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli necessari a raggiungere la compattazione ottimale delle miscele. La vibrazione del calcestruzzo deve proseguire fino a che praticamente cessi la fuoriuscita di bolle d'aria ma senza provocare segregazione.

Le superfici esterne devono presentarsi lisce, compatte, omogenee, perfettamente regolari ed esenti da macchie

o chiazze. Le eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta fine di cemento immediatamente dopo il disarmo.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che, con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere dai getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0.5cm sotto la superficie finita, e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati.

Queste prestazioni non saranno in nessun caso oggetto di compensi a parte. Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo.

l'Impresa potrà adottare per la casseratura il sistema, i materiali ed i mezzi che riterrà più idonei o di sua convenienza, purché soddisfino le condizioni di stabilità e di sicurezza, curando la perfetta riuscita dei particolari costruttivi.

Di norma i getti dovranno essere eseguiti senza soluzione di continuità, in modo da evitare ogni ripresa. Dovranno essere definiti i tempi massimi di ricopertura dei vari strati successivi, così da consentire l'adeguata rifluidificazione ed omogeneizzazione della massa di calcestruzzo per mezzo di vibrazione. Nel caso ciò non fosse possibile, prima di poter effettuare la ripresa, la superficie del calcestruzzo indurito dovrà essere accuratamente pulita, lavata, spazzolata e scalfita fino a diventare sufficientemente rugosa, così da garantire una perfetta aderenza con il getto successivo; ciò potrà essere ottenuto anche mediante l'impiego di additivi ritardanti o di speciali adesivi per riprese di getto.

Tra le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze; in caso contrario l'impresa dovrà provvedere ad applicare adeguati trattamenti superficiali traspiranti al vapore d'acqua. Nelle strutture impermeabili dovrà essere garantita la tenuta all'acqua dei giunti di costruzione con accorgimenti, da indicare nel progetto.

Quando la temperatura dell'aria è inferiore a + 5°C valgono le disposizioni e prescrizioni della Norma UNI 8981 parte 4a. La posa in opera del calcestruzzo dovrà essere sospesa nel caso che la temperatura dell'impasto scenda al di sotto di +5°C.
Prima del getto ci si dovrà assicurare che tutte le superfici a contatto del calcestruzzo siano a temperatura di +5°C.

La neve e il ghiaccio, se presenti, dovranno essere rimossi, dai casseri, dalle armature e dal sottofondo: per evitare il congelamento tale operazione dovrebbe essere eseguita immediatamente prima del getto.

I getti all'esterno dovranno essere sospesi se la temperatura dell'aria è minore di -5°C.

Durante le operazioni di getto la temperatura dell'impasto non dovrà superare i 35°C; tale limite potrà essere convenientemente abbassato per getti massivi.

Per ritardare la presa del cemento e facilitare la posa e la finitura del calcestruzzo potranno essere impiegati additivi ritardanti, o fluidificanti ritardanti di presa, conformi alle norme UNI EN 934 preventivamente testati durante la fase di qualifica delle miscele.

3.3.12 Stagionatura e protezione del calcestruzzo

I metodi di stagionatura e protezione adottati e la loro durata dovranno essere tali da garantire la prescritta resistenza del calcestruzzo e la sua durabilità.

Durante il periodo di stagionatura protetta sarà necessario mantenere le superfici dei getti ad una umidità relativa superiore al 95% evitando nel contempo che essi subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

Le durate, in giorni, di stagionatura protetta per conseguire una adeguata impermeabilità della zona corticale delle strutture sono riportati nella Tabella.

Velocità di sviluppo della resistenza del calcestruzzo	Rapido			Medio			Lento		
Temperatura del calcestruzzo (°C)	5	10	15	5	10	15	5	10	15
Condizioni ambientali durante la stagionatura:	giorni di stagionatura protetta								
Non esposto ad insolazione diretta; UR 80%	2	2	1	3	3	2	3	3	2
Insolazione o vento medi, UR 50%	4	3	2	6	4	3	8	5	4
Insolazione o vento intensa, UR ! 50%	4	3	2	8	6	5	10	8	5

La velocità di sviluppo della resistenza del calcestruzzo può essere desunta dalla Tabella 8.13.

Velocità di sviluppo della resistenza	Rapporto a/c	Classe del cemento
Rapida	< 0,5	42,5 R
Media	0,5 - 0,6 < 0,5	42,5 R 32,5 R - 42,5 R
Lenta	In tutti gli altri casi	

Le durate di stagionatura riportate in Tabella dovranno essere adeguatamente aumentate nel caso in cui il calcestruzzo sia esposto a severe condizioni di abrasione o per condizioni ambientali più gravose di quelle corrispondenti alle classi X0, XC e XA1.
Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali non provochino fessure tali da compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito.

Per limitare le tensioni di origine termica, la differenza massima di temperatura tra il centro e la superficie del getto, non deve superare i 20°C. Gradienti termici inferiori potranno essere specificati nel progetto.

La rimozione delle armature di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state raggiunte le resistenze prescritte.
Subito dopo il disarmo si dovranno prendere gli accorgimenti necessari in modo da impedire l'evaporazione dell'acqua contenuta nel conglomerato e quindi il rapido essiccamento della sua superficie.

3.4 Acciaio per armature

Le nuove norme tecniche per le costruzioni ammettono esclusivamente l'impiego di acciai saldabili e nervati idoneamente qualificati secondo le procedure previste dalle stesse norme, e controllati con le modalità previste per gli acciai per cemento armato precompresso e per gli acciai per carpenterie metalliche.
I tipi di acciai per cemento armato sono indicati nella Tabella successiva

Tipi di acciaio per cemento armato previsti dalle norme precedenti	**Tipi di acciaio previsti dal D.M. 14 gennaio 2008 (saldabili e ad aderenza migliorata)**
FeB22k e FeB32k (barre tonde lisce) FeB38k e FeB44k (barre tonde nervate)	B450C (6 ≤ ⌀ ≤ 50 mm) B450A (5 ≤ ⌀ ≤ 12 mm)

3.4.1 Acciaio per cemento armato B450C

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

- fy nom: 450 N/mm^2

– ft nom: 540 N/mm²

e deve rispettare i requisiti indicati nella Tabella successiva.

Caratteristiche	Requisiti	Frattile [%]
Tensione caratteristica di snervamento *fyk*	≥ *fy nom*	5,0
Tensione caratteristica di rottura *ftk*	≥ *ft nom*	5,0
(*ft*/*fy*)*k*	≥ 1,15 ≤ 1,35	10,0
(*fy*/*fy nom*)*k*	≤ 1,25	10,0
Allungamento (*Agt*)*k*	≥ 7,5%	10,0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:	-	-
□□□mm	4 □	-
12 ≤ □ ≤ 16 mm	□ □	-
per 16 < □ ≤ 25 mm	□ □	-
per 25 < □ ≤ 50 mm	□□ □	-

3.4.2 Acciaio per cemento armato B450A

L'acciaio per cemento armato B450A (trafilato a freddo), caratterizzato dai medesimi valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura dell'acciaio B450C, deve rispettare i requisiti indicati nella Tabella.

Caratteristiche	Requisiti	Frattile [%]
Tensione caratteristica di snervamento *fyk*	≥ *fy nom*	5,0
Tensione caratteristica di rottura *ftk*	≥ *ft nom*	5,0
(*ft*/*fy*)*k*	≥ 1,05	10,0
(*fy*/*fy nom*)*k*	≤ 1,25	10,0
Allungamento (*Agt*)*k*	≥ 2,5%	10,0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche: □<10 mm	4 □	-

3.5 Strutture prefabbricate in cemento armato

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

La progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni prefabbricate sono disciplinate dalle norme contenute nel D.M. 3 dicembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture prefabbricate", nella Circolare 16 marzo 1989 n. 31104 "Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate" e ogni altra disposizione in materia e dal D.M. 14 gennaio 2008 Norme Tecniche e smi.

I manufatti prefabbricati utilizzati e montati dall'Impresa costruttrice dovranno appartenere ad una delle due categorie di produzione previste dal citato Decreto e precisamente:

- in serie "dichiarata";
- in serie "controllata".

Per serie "dichiarata" s'intende la produzione in serie eseguita in Stabilimento, dichiarata tale dal Produttore, conforme alle norme e per la quale è stato effettuato il deposito ai sensi dell'art. 9 della Legge 05/11/71971 n. 1086, o sia stata rilasciata la certificazione di idoneità di cui agli artt. 1 e 7 della Legge 02/02/1974 n. 64.

Per serie "controllata" s'intende la produzione in serie che, oltre ad avere i requisiti specificati per quella "dichiarata", sia eseguita con procedure che prevedono verifiche sperimentali su prototipo e controllo di conformità della produzione.

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

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

3.5.1 Posa in opera

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

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

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

3.5.2 Appoggi

Gli appoggi dovranno essere tali da soddisfare le condizioni di resistenza dell'elemento appoggiato, dell'eventuale apparecchio di appoggio e del sostegno, tenendo conto delle variazioni termiche, della deformabilità delle strutture e dei fenomeni lenti.

3.5.3 Montaggio

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

La velocità di discesa deve essere tale da poter considerare non influenti le forze dinamiche di urto. Gli elementi dovranno essere posizionati come e dove indicato in progetto.

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

L'elemento potrà essere svincolato dall'apparecchiatura di posa solo dopo che è stata assicurata la sua stabilità; in particolare dovrà essere stabile all' azione di:

- peso proprio:
- vento;
- azioni di successive operazioni di montaggio; azioni orizzontali convenzionali.

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

Deve essere previsto nel progetto un ordine di montaggio tale da evitare che si determino strutture temporaneamente labili o instabili nel loro insieme.

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

3.5.4 Strutture da realizzare

Le principali strutture prefabbricate oggetto del presente Capitolato sono le seguenti:

- i serbatoi di accumulo saranno realizzati *con elementi prefabbricati in c.a. accostati e resi a tenuta stagna anche nei giunti, dell'altezza di 5 m. Gli elementi saranno posizionati sopra una soletta in cls debolmente armato dello spessore di circa 25 cm posata sul piano campagna e consolidati fra loro attraverso un getto in c.a. dello spessore medio di circa 25 cm.*
- La struttura della stazione di pompaggio al TAF è prevista in prefabbricato con dimensioni in pianta di circa 6.0 x 4.0 m e altezza 2.75 m, posizionata fuori terra sopra una soletta in cls debolmente armato di circa 25 cm.
- pozzetti di raccordo prefabbricati in cav;

Le dimensioni delle strutture prefabbricate, oggetto del presente Capitolato, sono riportate negli elaborati grafici di progetto.

3.5.5 Prove di tenuta

Dovranno essere eseguite le prove di tenuta con il metodo ritenuto più idoneo ma comunque di riconosciuta validità a livello nazionale ed internazionale quali quelle indicate dalla NORMA UNI EN 1610:1999 e/o dai manuali UNICHIM e dovrà essere rilasciato apposito certificato di esito della prova stessa corredato del protocollo di collaudo completo dell'andamento grafico del test eseguito. Tra le metodiche di accertamento della tenuta di un serbatoio (anche interrato) si indicano quelle riconosciute da UNICHIM che sono:

- ACOUSTIC ULLAGE PROECO U3
- ALERT – Versione "4000 UNDERFILL SYSTEM/1050 ULLAGE SYSTEM"
- ASTERM (prova speditiva)
- EURISANA
- MASS TECHNOLOGY TANK INTEGRITY TEST SYSTEM
- MASS TECH 2A SYSTEM
- SDT TANKTEST SYSTEM

- SURE TEST SYSTEM PRO-ECO
- TRANSTANKTM DUAL PRESSURE
- VACUTECT / CLT

Per la loro descrizione si rimanda al manuale UNICHIM, richiamando l'esigenza che siano accuratamente rispettate le condizioni di applicabilità ed eventuali limitazioni indicate per ogni metodica.
Le prove di tenuta devono essere effettuate da personale tecnico qualificato. La certificazione dei risultati ottenuti dovrà contenere indicazioni relative alla metodologia utilizzata, alle condizioni esecutive e ai limiti di rilevabilità.

A titolo di esempio, si cita anche il metodo "Differential Liquide Gauge (DLG)".

Il metodo rileva la perdita in base al calo di livello del liquido contenuto nel serbatoio misurato applicando il principio di Archimede per cui un corpo immerso nell'acqua riceve una spinta pari al peso del volume di liquido spostato, ovvero misurando la variazione della spinta cui è soggetto un corpo. Tale spinta espressa in grammi viene convertita in mm.

3.6 Materiali previsti in progetto

Calcestruzzo a prestazione garantita con classe di esposizione XC4, classe di consistenza S4, con dimensione massima degli aggregati di 32 mm Classe di resistenza C35/45. RAPP. A/C 0,50 Calcestruzzo a prestazione garantita con classe di esposizione XA3, classe di consistenza S4, con dimensione massima degli aggregati di 32 mm e cemento resistente ai solfati secondo le norme UNI vigenti Classe di resistenza C35/45. RAPP. A/C 0,45

Armature in acciaio per calcestruzzo armato ordinario, classe tecnica B450C in barre ad aderenza migliorata, diametri da 6 mm a 50 mm.

Strutture portanti in acciaio, colonne e travature semplici per edifici civili ed affini, con giunzioni imbullonate e/o saldate in opera.

3.6.1 Calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati (Applicazione del criterio ambientale minimo 2.5.2)

I calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati dovranno avere un contenuto di materie riciclate, ovvero recuperate, ovvero di sottoprodotti, di almeno il 5% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni. Tale percentuale è calcolata come rapporto tra il peso secco delle materie riciclate, recuperate e dei sottoprodotti e il peso del calcestruzzo al netto dell'acqua (acqua efficace e acqua di assorbimento). Al fine del calcolo della massa di materiale riciclato, recuperato o sottoprodotto, va considerata la quantità che rimane effettivamente nel prodotto finale.

La percentuale indicata si intende come somma dei contributi dati dalle singole frazioni utilizzate.

3.6.2 Prodotti prefabbricati in calcestruzzo, in calcestruzzo aerato autoclavato e in calcestruzzo vibrocompresso (Criterio Ambientale Minimo 2.5.3)

I prodotti prefabbricati in calcestruzzo dovranno essere prodotti con un contenuto di materia recuperata, ovvero riciclata, ovvero di sottoprodotti di almeno il 5% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni.

I blocchi per muratura in calcestruzzo aerato autoclavato dovranno essere prodotti con un contenuto di materie riciclate, ovvero recuperate, ovvero di sottoprodotti di almeno il 7,5% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni.

Le percentuali indicate si intendono come somma dei contributi dati dalle singole frazioni utilizzate.

3.6.3 Acciaio (CAM 2.5.4)

Per gli usi strutturali dovrà essere utilizzato acciaio prodotto con un contenuto minimo di materia recuperata, ovvero riciclata, ovvero di sottoprodotti, inteso come somma delle tre frazioni, come di seguito specificato:

- acciaio da forno elettrico non legato, contenuto minimo pari al 75%.
- acciaio da forno elettrico legato, contenuto minimo pari al 60%;
- acciaio da ciclo integrale, contenuto minimo pari al 12%.

Per gli usi non strutturali si dovrà utilizzare acciaio prodotto con un contenuto minimo di materie riciclate ovvero recuperate ovvero di sottoprodotti come di seguito specificato:

- acciaio da forno elettrico non legato, contenuto minimo pari al 65%;
- acciaio da forno elettrico legato, contenuto minimo pari al 60%;
- acciaio da ciclo integrale, contenuto minimo pari al 12%.

Con il termine "*acciaio da forno elettrico legato*" si intendono gli "*acciai inossidabili*" e gli "*altri acciai legati*" ai sensi della norma tecnica UNI EN 10020, e gli "*acciai alto legati da EAF*" ai sensi del Regolamento delegato (UE) 2019/331 della Commissione. Le percentuali indicate si intendono come somma dei contributi dati dalle singole frazioni utilizzate.

3.6.4 Laterizi (CAM 2.5.5)

I laterizi usati per muratura e solai dovranno avere un contenuto di materie riciclate, ovvero recuperate, ovvero di sottoprodotti (sul secco) di almeno il 15% sul peso del prodotto.
Qualora i laterizi contengano solo materia riciclata ovvero recuperata, la percentuale è di almeno il 10% sul peso del prodotto.

I laterizi per coperture, pavimenti e muratura faccia vista dovranno avere un contenuto di materie riciclate ovvero recuperate ovvero di sottoprodotti (sul secco) di almeno il 7,5% sul peso del prodotto.

Qualora i laterizi contengano solo materia riciclata ovvero recuperata, la percentuale è di almeno il 5% sul peso del prodotto.

Le percentuali indicate si intendono come somma dei contributi dati dalle singole frazioni utilizzate.

4 TUBAZIONI

4.1 Tubazioni per reti in pressione

4.1.1 Normativa di riferimento

Polietilene

- UNI 10910-1:2001 31/10/2001 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) – Generalità;
- UNI 10910-2:2001 31/10/2001 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) – Tubi;
- UNI 10910-3:2001 30/09/2001 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) – Raccordi;
- UNI 10910-5:2001 31/10/2001 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) – Idoneità all'impiego del sistema;

- UNI EN 12201-1:2004 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) – Generalità;
- UNI EN 12201-2:2004 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) – Tubi;
- UNI EN 12201-3:2004 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) – Raccordi;
- UNI EN 12201-4:2002 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) – Valvole;
- UNI EN 12201-5:2004 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) - Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema;
- UNI CEN/TS 12201-7:2004 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) - Parte 7: Guida per la valutazione della conformità.

Polipropilene

- UNI EN 1451-1:2000 31/07/2000 Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati - Polipropilene (PP) - Specifiche per tubi, raccordi e per il sistema
- UNI ENV 1451-2:2002 01/09/2002 Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati - Polipropilene (PP) - Guida per la valutazione della conformità

Polivinilcloruro (PVC, PVC-U, PVC-C)

- UNI EN ISO 15493:2005 "Sistemi di tubazioni di materia plastica per applicazioni industriali - Acrilonitrile - Butadiene - Stirene (ABS), policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) e clorurato (PVC- C) - Specifiche per i componenti ed il sistema - Serie metrica;
- UNI EN 1452-1:2001 30/09/2001 Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) – Generalità;
- UNI EN 1452-2:2001 30/09/2001 Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione
  - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) – Tubi;
- UNI EN 1452-1:2001 30/09/2001 Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Generalità
- UNI EN 1452-2:2001 30/09/2001 Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione
  - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) – Tubi.;

4.1.2 Produzione (CAM 2.5.12)

Le tubazioni in PVC e polipropilene dovranno essere prodotte con un contenuto di materie riciclate, ovvero recuperate, ovvero di sottoprodotti di almeno il 20% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni. La percentuale indicata si intende come somma dei contributi dati dalle singole frazioni utilizzate ed è verificata secondo quanto previsto al paragrafo "2.5-Specifiche tecniche per i prodotti da costruzione-indicazioni alla stazione appaltante" di cui al DECRETO 23 giugno 2022 "*Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi*".

4.2 Tubazioni per reti di scarico

Tutte le tubazioni saranno contrassegnate con il marchio IIP di conformità alle norme UNI, mentre raccordi e pezzi speciali saranno tutti di tipo prefabbricato senza l'utilizzo di pezzi speciali improvvisati in sede di montaggio.

4.2.1 Normativa di riferimento

Polietilene ad alta densità per condotte di scarico e ventilazione di fluidi all'interno dei fabbricati (PEAD)

- UNI EN 1519-1:2001 31/03/2001 Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati - Polietilene (PE) - Specificazioni per i tubi, i raccordi ed il sistema;
- UNI ENV 1519-2:2002 01/11/2002 Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati - Polietilene (PE) - Guida per la valutazione della conformità.

Polietilene ad alta densità per condotte di scarico interrate (PEAD)

- UNI 7613:1976 31/12/1976 Tubi di polietilene ad alta densità per condotte di scarico interrate. Tipi, dimensioni e requisiti.

PVC rigido per condotte di scarico all'interno dei fabbricati

- UNI EN 1329-1:2000 31/05/2000 Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Specifiche per tubi, raccordi e per il sistema;
- UNI ENV 1329-2:2002 01/10/2002 Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati - Policloruro di vinile non plastificato (PVCU) - Guida per la valutazione della conformità

PVC rigido per condotte di scarico interrate

- UNI EN 1401-1:1998 30/11/1998 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Specificazioni per i tubi, i raccordi ed il sistema.
- UNI ENV 1401-3:2002 01/12/2002 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Guida per l'installazione

Polipropilene termoplastico per condotte di scarico all'interno dei fabbricati

- UNI EN 1451-1:2000 31/07/2000 Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati - Polipropilene (PP) - Specifiche per tubi, raccordi e per il sistema;
- UNI ENV 1451-2:2002 01/09/2002 Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati - Polipropilene (PP) - Guida per la valutazione della conformità.

4.3 Marcatura

Tutti i tubi e raccordi devono essere marcati in modo permanente e leggibile senza ingrandimento, riportando

tutte le informazioni relative alle caratteristiche dimensionali e di impiego, nonché i dati necessari alla rintracciabilità degli stessi. In particolare i tubi devono essere marcati almeno ogni metro lineare per tutta la loro lunghezza.

La marcatura minima richiesta deve riportare le indicazioni riportate di seguito. TUBI

- Nome o simbolo del Produttore;
- Identificativo del marchio IIP/a;
- Numero della norma;
- Materiale e designazione (PE x);
- Dimensioni (DN x eN);
- Serie (S) o Rapporto dimensionale normalizzato (SDR); · Classe di pressione in bar (PN y);
- Data e/o codice di

produzione. RACCORDI

Sul raccordo stesso

- nome o simbolo del Produttore;
- identificativo del marchio IIP/a;
- diametro nominale e serie del tubo/SDR; ·
- data e/o codice di

produzione. Sull' etichetta

- numero della norma;
- materiale e designazione (PE X);
- classe di pressione in bar (PN Y);
- sistema di riconoscimento dei parametri di fusione (valido solo per raccordi a fusione)

4.4 Criteri di accettazione

La Direzione Lavori accetterà i materiali proposti solo dopo aver accertato la loro idoneità alla realizzazione dell'impianto in progetto, in rispondenza alle prescrizioni del presente Capitolato Speciale d'Appalto, ed in particolare che essi siano oggetto del marchio IIP-UNI con le limitazioni previste dalle norme di riferimento.

Solo a questo punto l'Impresa può approvvigionare i materiali in cantiere.

4.5 Movimentazione dei materiali

Per il carico, il trasporto e lo scarico, nonché l'accatastamento dei tubi e l'immagazzinamento dei raccordi, l'Impresa deve far riferimento alle prescrizioni del D.M. del 12/12/1985 "Norme tecniche relative alle tubazioni" e alle raccomandazioni dell'Istituto Italiano Plastici (IIP).

4.6 Trasporto

Nel trasporto dei tubi i piani d'appoggio devono essere privi di asperità. I tubi
in rotoli devono essere appoggiati preferibilmente in orizzontale.

I tubi forniti in barre devono essere sostenuti per tutta la loro lunghezza per evitare di danneggiare le estremità a causa delle vibrazioni.

Le imbracature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa o di nylon o

similari, adottando gli opportuni accorgimenti in modo da non danneggiare in alcun modo i tubi.

4.7 Carico, scarico, movimentazione

Se il carico e lo scarico dai mezzi di trasporto e comunque la movimentazione vengono effettuati con gru o con il braccio di un escavatore, i tubi devono essere sollevati nella zona centrale con un bilancino di adeguate ampiezza.

Se invece queste operazioni vengono effettuate manualmente, l'Impresa deve evitare in ogni modo di far strisciare i tubi sulle sponde del mezzo di trasporto o, comunque, su oggetti duri ed aguzzi.

La Direzione Lavori deve assicurarsi che tutte le operazioni di carico, scarico e movimentazione avvengano correttamente.

Nel caso in cui alcuni tubi risultino danneggiati, devono essere identificati con la dicitura "da non usare" e segregati in apposita zona all'interno del cantiere. La Direzione Lavori deve quindi valutare le condizioni dei pezzi danneggiati e decidere sugli opportuni provvedimenti da prendere.

4.8 Accatastamento

Nell'accatastamento il piano d'appoggio deve essere livellato, esente da asperità e soprattutto da pietre appuntite.
L'altezza d' accatastamento per i tubi in barre non deve essere superiore a 1 ,5 m qualunque sia il diametro e lo spessore. I tubi in rotoli devono essere appoggiati orizzontalmente e l'altezza dell'accatastamento non deve superare i 2 m.

Limitatamente ai tubi di diametro esterno superiore a 500 mm, è consigliabile armare internamente le estremità onde evitare eccessive ovalizzazioni.

Al termine dell'accatastamento dei tubi in cantiere, l'Impresa deve assicurarsi che i tappi di protezione delle testate siano collocati sulle stesse, al fine di prevenire l'alloggiamento all'interno dei tubi di foglie, polvere, piccoli animali, acque meteoriche etc..

È a cura e spese dell'Impresa il corretto posizionamento dei tubi, al fine di evitare ogni possibile incidente dovuto a non previsti movimenti degli stessi.

Qualora i tubi vengano accatastati all'aperto per lunghi periodi, l'Impresa deve proteggerli dalle radiazioni UV, a sua cura e spese.

4.9 Conservazione di raccordi, valvole, pezzi speciali

L'Impresa deve predisporre, a sua cura e spese, tutte le misure necessarie affinché i materiali in polietilene approvvigionati e stoccati in cantiere siano riparati dalle radiazioni solari per evitare il rischio di degradazione dei polimeri con conseguente decadimento delle proprietà fisico-chimico meccaniche.

I raccordi, le valvole e i pezzi speciali possono essere imballati in differenti modi, secondo la forma, la dimensione e il tipo di trasporto; se fossero forniti sfusi. L'Impresa deve aver cura di non accatastarli disordinatamente, così da evitare il danneggiamento per effetto degli urti tra loro e con eventuali materiali pesanti ivi presenti.
In particolare, i raccordi elettrosaldabili devono sempre essere forniti in apposite confezioni di materiale resistente, tale da proteggere da polveri, umidità, salsedine, raggi UV, etc. In particolare si deve evitare la vicinanza di fonti di calore e la diretta incidenza di radiazioni solari fino all'atto del loro impiego.

Analoghe indicazioni valgono per la conservazione dei lubrificanti.

4.10 Modalità e procedure di posa in opera

Per la verifica e la posa in opera delle tubazioni. l'Impresa deve far riferimento alle prescrizioni del D.M. del 12/12/1985 "Norme tecniche relative alle tubazioni" e alle raccomandazioni dell'Istituto Italiano Plastici (IIP).

4.10.1 Scavi

Lo scavo deve essere realizzato a sezione obbligata.

La larghezza minima sul fondo dello scavo deve essere di 20 cm superiore al diametro del tubo che deve contenere.

La profondità minima di interramento deve essere di 1 m dal piano campagna, misurata dalla generatrice superiore del tubo, e in ogni caso valutata in funzione di eventuali carichi stradali e/o pericolo di gelo.

Qualora secondo le indicazioni di progetto non possa essere rispettato il valore minimo di profondità richiesto, la tubazione deve essere protetta da guaine tubolari, manufatti in cemento o materiali equivalenti.

4.10.2 Letto di posa

Le tubazioni posate nello scavo devono trovare appoggio continuo e stabile sul fondo dello stesso, lungo tutta la generatrice inferiore e per tutta la loro lunghezza.
A questo scopo il fondo dello scavo deve essere livellato con materiale granulare idoneo riportato negli elaborati di progetto oppure definito dalla Direzione Lavori. In ogni caso le tubazioni devono essere sempre posate su di un letto con spessore non inferiore a 10 - 15 cm di materiale granulare e protette su tutta la loro circonferenza con identico materiale ben compattato.

Prima della posa dei tubi. l'Impresa deve compattare accuratamente il materiale granulare steso, avendo cura di rispettare le pendenze calcolate in fase di progetto. Nel caso in cui i valori delle pendenze non fossero rispettati, è a cura e spese dell'Impresa, riportarsi a quei valori.

È essenziale che il letto non sia molto rigido e che offra al tubo un sostegno buono e uniformemente distribuito.

4.10.3 Posa in opera

Prima della posa in opera, l'Impresa deve ispezionare singolarmente i tubi per scoprire eventuali difetti; inoltre, gli eventuali raccordi, valvole, punte, bicchieri e guarnizioni devono essere integre. Nel caso in cui uno o più elementi non risultassero tali è a cura e spese dell'Impresa, il ripristino con nuovi elementi integri.

Le operazioni di posa in opera devono essere eseguite da operatori esperti e con adeguati mezzi d'opera, al fine di evitare deformazioni plastiche e/o danneggiamento alla superficie esterna dei tubi. E comunque solo dopo aver verificato la rispondenza plano-altimetrica degli scavi, in funzione delle prescrizioni progettuali e/o della Direzione Lavori.
Eventuali variazioni possono essere consentite in presenza di ostacoli dovuti alla presenza di altri sottoservizi non suscettibili di spostamento, e preventiva mente autorizzate dalla Direzione Lavori. In quei casi, prima di ogni variazione delle livellette, deve preventiva mente essere studiato il nuovo intero profilo di progetto, da sottoporre ad espressa autorizzazione della Direzione Lavori.

I tubi devono essere collocati nella precisa posizione risultante dai disegni di progetto, salvo diverse disposizioni da parte della Direzione Lavori.

Nel caso in cui singole barre o tratti di condotta siano da realizzarsi fuori scavo, gli stessi devono essere calati nelle fosse con le prescritte precauzioni, previa predisposizione già citata del fondo.

I tubi vengono allineati inizialmente, tanto in senso planimetrico che altimetrico, rincalzandoli in vicinanza dei giunti. In seguito, si deve fissare la loro posizione definitiva riferendosi ai picchetti di quota e di direzione, in modo

che non si verifichino contro pendenze rispetto al piano di posa.

Prima di effettuare il collegamento dei diversi elementi, tubi e raccordi devono essere ricontrollati per eventuali difetti ed accuratamente puliti alle estremità. Dopodiché i tubi devono essere fissati definitiva mente nella loro posizione, rincalzandoli opportunamente lungo tutta la linea, senza l'impiego di cunei in metallo, di legno o pietrame. Per i terminali dei tratti già collegati, che per un qualunque motivo debbano rimanere temporaneamente isolati, l'Impresa deve provvedere, a sua cura e spese, alla loro chiusura ermetica, per evitare l'introduzione di materiali estranei.

Gli organi d'intercettazione (valvole, saracinesche e simili) che con il loro peso possono sollecitare i tubi, devono essere sostenuti con idonei supporti, in modo da non trasmettere le loro sollecitazioni alla condotta.

Le nicchie precedentemente scavate per l'alloggiamento dei bicchieri o manicotti con diametro esterno maggiore di quello della condotta, devono essere accuratamente riempite, onde evitare eventuali vuoti sotto i bicchieri, una volta terminata la posa della tubazione.

Non è necessario scavare le nicchie per l'alloggiamento dei bicchieri quando si utilizzano tubazioni corrugate con diametro esterno del bicchiere uguale al diametro esterno della condotta.

4.10.4 Rinterri e riempimenti

Ultimata la posa dei tubi nello scavo, l'Impresa deve disporre sopra di essi uno strato di materiale granulare non inferiore a 10 - 15 cm misurati sulla generatrice superiore del tubo.
Il materiale deve essere lo stesso di quello impiegato per la realizzazione del letto di posa delle tubazioni.

Oltre tale quota, il riempimento deve essere effettuato con il materiale proveniente dagli scavi, epurato dagli elementi con diametro superiore a 10 cm.

Il rinterro con terreni torbosi, melmosi, argillosi, ghiacciati è proibito in quanto detti terreni non sono costipabili per il loro alto contenuto d'acqua.

Il compattamento dello strato fino a circa 2/3 del tubo deve essere eseguito a mano per formare strati successivi di 20 cm, avendo massima cura nel verificare che non rimangano zone vuote al di sotto del tubo e che lo strato di rinfianco tra tubo e parete sia continuo e compatto.

Il materiale granulare compattato deve presentare un'ottima consistenza ed una buona uniformità, rinfiancando la tubazione da ogni lato; in particolare il costipamento deve raggiungere il 90% del valore ottimale determinato con la prova di Proctor Modificata.

La compattazione deve avvenire solo lateralmente al tubo, mai sulla sua verticale.

Tenuto conto che la tubazione, in funzione della temperatura del terreno, assume delle tensioni a causa del suo coefficiente di dilatazione termico, se bloccato alle estremità prima del riempimento, si deve procedere come segue:

- il riempimento (almeno per i primi 50 cm sopra il tubo) deve essere eseguito su tutta la condotta, nelle medesime condizioni di temperatura esterna. È quindi preferibile che il riempimento venga fatto nelle ore meno calde della giornata;
- si procede sempre a zone di 20/30 m avanzando in una sola direzione e possibilmente in salita: si deve lavorare su tre tratte consecutive e quindi eseguire contemporaneamente il ricoprimento (fino a 50 cm sopra il tubo) in una zona, il ricoprimento (fino a 15 - 20 cm) nella zona adiacente e la posa del materiale granulare intorno al tubo nella tratta più avanzata;
- si può procedere a lavoro finito su tratte più lunghe solo in condizioni di temperatura più o meno costante.

Per consentire che il tubo si assesti assumendo la temperatura del terreno, una delle estremità della tratta di

condotta deve essere sempre mantenuta libera di muoversi e l'attacco ai pezzi speciali o all'altra estremità della condotta deve essere eseguito solo dopo che il ricoprimento è stato portato a m 5-6 dal pezzo stesso.

Il riempimento successivo dello scavo può essere effettuato con il materiale di risulta dello scavo stesso, disposto per strati successivi di 20-30 cm, di volta in volta costipati con macchine leggere vibrocompattatrici.
La compattazione in sito del terreno di reinterro deve raggiungere il 90% del valore ottimale determinato con la prova di Proctor Modificata.

L'Impresa deve posizionare, a sua cura e spese, opportuni nastri segnaletici lungo l'asse della condotta ad una distanza da essa di circa 30 cm, al fine di facilitarne l'esatta ubicazione in caso di eventuale manutenzione e/o lavori di scavo.

4.10.5 Sistemi di giunzione

Le giunzioni dei tubi dei raccordi e dei pezzi speciali di polietilene possono avvenire con due sistemi:

- Per saldatura:
  - mediante elettrofusione;
  - mediante procedimento ad elementi termici (saldatura testa a testa).
- Per serraggio meccanico;
  - mediante giunto a bicchiere;
  - mediante filettatura;
  - mediante giunti metallici;
  - mediante raccordi in materiale termoplastico;
  - per flangiatura.

Le saldature di qualunque tipologia devono essere eseguite esclusivamente da personale specializzato, munito di certificato di abilitazione all'esecuzione di giunti saldati sui tubi di materia plastica, di cui alla norma UNI 9737/1997 " Classificazione e qualificazione dei saldatori di materie plastiche. Saldatori con i procedimenti ad elementi termici per contatto con attrezzatura meccanica e a elettrofusione per tubazioni e raccordi in polietilene per il convoglia mento di gas combustibili. di acqua e di altri fluidi in pressione".

4.10.6 Attrezzature impiegate

Tipologia

Le attrezzature per la lavorazione e la posa di tubazioni di PE si distinguono in:

- attrezzature per saldare;
- attrezzature complementari.

Le attrezzature per saldare devono essere del tipo:

- saldatrici ad elementi termici per contatto (norma UNI10565); saldatrice per elettrofusione (norma UNI10566);
- saldatrice a termoelemento per saldare nel bicchiere.

Le attrezzature complementari sono quelle utilizzate per la lavorazione e la preparazione dei pezzi da saldare (raschiatori, tagliatubi, allineatori, morsetti, perforatori, riarrotondatori e posizionatori per prese, chiavi, etc.).

Le saldatrici e tutte le attrezzature, che l'Impresa ritiene opportuno impiegare per il montaggio delle tubazioni in HDPE, devono sempre e comunque essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori.

Sicurezza rispetto alla normativa elettrica

Poiché le operazioni di saldatura vengono eseguite per lo più in ambienti umidi (trincee) e, in alcuni casi, anche in presenza di acqua, l'Impresa deve impiegare solo saldatrici alimentate elettricamente certificate, in modo da garantire l'incolumità e la sicurezza del personale addetto.

Per quanto sopra, le saldatrici devono essere costruite ed usate nel rispetto delle seguenti norme:

- norma CEI 107/1 "Norme generali di sicurezza per gli apparecchi elettrotermici d'uso domestico e similare";
- norma CEI 107/50 "Ferri per saldare e apparecchi similari - Norme particolari di sicurezza";
- norma CEI 64/8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in c.a. e 1500V in c.c".

4.10.7 Saldatura per elettrofusione

Questo sistema di saldatura consente collegamenti fra tubo e tubo, fra tubo e raccordo, mediante un elemento con resistenza elettrica incorporata (manicotti elettrici).
È di semplice realizzazione e facilmente attua bile, soprattutto per diametri medio piccoli; inoltre non richiede la totale omogeneità tra tubi e/o raccordi da collegare.

La saldatura viene realizza con l'ausilio di manicotti elettrici i quali, prodotti per stampaggio, contengono delle resistenze in grado di fondere il materiale delle superfici di contatto tra tubo o raccordo e manicotto.

La saldatura viene effettuata inserendo le estremità del tubo o del raccordo nelle apposite sedi del manicotto e collegando le resistenze di quest'ultimo alla relativa saldatrice.

Per l'esecuzione della saldatura per elettrofusione, l'Impresa deve far riferimento alla norma UNI 10521 "Saldatura di materie plastiche. Saldatura per elettrofusione. Saldatura di tubi e/o raccordi in polietilene per il trasporto di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione".

Saldatrici

Le saldatrici sono costituite da un dispositivo erogatore di energia che può essere a comando manuale, semiautomatico o automatico, caratterizzando i vari tipi di saldatrici. Questi dispositivi regolano la quantità di energia in funzione a quanto viene loro richiesto dal circuito elettrico incorporato nell'elemento elettrosaldabile.

Ogni saldatrice deve essere impiegata solamente per i raccordi elettrosaldabili per cui è stata abilitata; infatti non è possibile saldare elementi elettrosaldabili con saldatrici appartenenti a sistemi diversi.
Sono in commercio specifiche apparecchiature polivalenti che consentono di saldare elettrosaldabili appartenenti a diversi sistemi, in quanto l'impostazione dei dati di saldatura avviene in maniera automatica, mediante l'ausilio di codici a barre, carte magnetiche o sistemi equivalenti.

In ogni caso queste saldatrici devono essere dotate di dispositivi in grado sia di verificare la resistenza elettrica degli elettrosaldabili prima della saldatura, che di intervenire automaticamente per l'interruzione dell'energia, a saldatura avvenuta. Per eseguire la saldatura per elettrofusione è inoltre richiesto l'impiego di attrezzature quali tagliatubi, raschiatori di tipo manuale o meccanico, allineatori, riarrotondatori, posizionatori per prese a settore.

Ai fini della sicurezza dell'operatore, l'Impresa è obbligata ad impiegare saldatrici costruite nel rispetto della norma UNI 10566. Le Saldatrici per elettrofusione ed attrezzature ausiliarie impiegate

per l'esecuzione di giunzioni di tubi e/o raccordi in polietilene (PE), mediante raccordi elettrosaldabili per il trasporto di gas combustibile, di acqua e di altri fluidi in pressione. Caratteristiche e requisiti, collaudo, manutenzione e documenti".

Preparazione per la saldatura

Prima dell'inizio del ciclo di saldatura, l'Impresa deve eseguire, ove necessario a sua cura e spesa, una serie di operazioni volte a garantire le migliori condizioni di lavoro e, di conseguenza, ad aumentare l'affidabilità della giunzione.

Verifica delle condizioni ambientali

La saldatura deve essere eseguita in un campo di temperatura ambiente compreso tra -5°C e +40 °C. Non è ammesso l'impiego di cannelli ad aria calda o bruciatori a diretto contatto con le superfici da saldare, per innalzare la loro temperatura.

L'esecuzione delle saldature deve avvenire in un luogo possibilmente asciutto: in caso di pioggia, elevato grado di umidità, vento, eccessivo irraggiamento solare, etc, l'Impresa deve adottare tutti gli accorgimenti necessari per proteggere la zona di saldatura.

4.10.8 Controllo dei materiali

L'Impresa deve effettuare l'esame visivo e dimensionale dei materiali da saldare. In particolare deve verificare che la superficie interna ed esterna dei tubi e/o dei raccordi, in prossimità delle estremità da saldare, siano esenti da intagli, sbeccature o altro: eventuali discontinuità devono essere eliminate asportando per taglio, IL tratto del tubo che lo contiene.

Si devono correggere eventuali ovalizzazioni dei tubi superiori all' 1 ,5%, mediante appositi congegni arrotondatori e/o allineatori, al fine di riportare le dimensioni entro i valori normati; non è comunque ammesso il riscaldamento delle estremità per recuperare eventuali ovalizzazioni o ridurre la curvatura dei tubi.

Infine si deve verificare che l'estremità del tubo, opposta alla zona di saldatura, sia sigillata con tappo di protezione di plastica per evitare l'effetto di correnti d'aria durante la fase di saldatura.

4.10.9 Preparazione degli elementi da saldare

Le superfici interna ed esterna dei tubi devono essere accuratamente pulite da unto, polvere, tracce di fango e quant'altro possa viziare il futuro esercizio della tubazione, impiegando panni puliti che non rilascino fibre o carta morbida e apposito liquido detergente (ad esempio alcole isopropilico, cloruro di metilene, alcole etilico, tricloroetano o clorotene).

Su tutta la superficie esterna da saldare, sia dei tubi che dei codoli dei raccordi, si deve asportare lo strato di ossidazione superficiale mediante appositi raschiatori automatici, semiautomatici o manuali.
Non è consentito l'utilizzo di tela smeriglio, raspe o altri attrezzi di fortuna per l'asportazione.

La lunghezza del tubo sottoposto a raschiatura deve risultare maggiore della lunghezza del raccordo elettrosaldabile per un tratto di almeno 10 mm di ciascuna estremità. Questa operazione deve essere eseguita in modo omogeneo ed uniforme su tutta la superficie esterna del tubo interessata alla saldatura e realizzata per una profondità di:

0,1 mm per tubi con diametri uguali o inferiori a 63 mm; 0,2 mm per tubi con diametri superiori a 63 mm;

Il raccordo elettrosaldabile non deve essere sottoposto a raschiatura.

4.10.10 Posizionamento degli elementi da saldare

Prima di inserire il raccordo elettrosaldabile, si deve segnare sulle testate da congiungere la profondità

d'inserimento dell'elettrosaldabile mediante una matita cerosa per circa 1/3 della circonferenza degli elementi da congiungere.

Inserire quindi le testate nell'elettrosaldabile e bloccare la giunzione nell'allineatore. Infine verificare il corretto inserimento dell'elettrosaldabile sugli elementi da saldare e la loro coassialità. ***Saldatura***

L'Impresa deve eseguire la saldatura attenendosi scrupolosamente alle direttive impartite dal Costruttore degli elettrosaldabili e della saldatrice.

Le parti saldate devono rimanere bloccate fino al completamento dell'operazione di saldatura ed essere mantenute tali fino a raffreddamento avvenuto per un tempo comunque non inferiore a 20 minuti, evitando tutte le possibili sollecitazioni esterne.

L'Impresa deve registrare i parametri di saldatura adottati per l'esecuzione di ogni singolo giunto in un verbale di saldatura.

4.10.11 Saldatura mediante elementi termici di contatto (testa a testa)

Questo sistema di saldatura consente l'esecuzione di giunzioni di due prodotti (tubi e/o raccordi) di uguale spessore, mediante l'impiego di saldatrici ad elemento termico per contatto (saldatrice a piastra).
Sono eseguite normalmente fuori scavo e, quando le condizioni lo consentono, anche entro lo scavo. È idonea soprattutto per grandi diametri.

La saldatura viene realizzata con l'ausilio di una saldatrice a piastre composta da ganasce per bloccare ed allineare le estremità dei tubi da saldare, una fresa per spianare e rifinire le testate, da una piastra riscaldata che mediante contatto fonde alcuni mm di PE sulle testate affinché realizzino la saldatura.

Seguendo un opportuno ciclo le estremità delle tubazioni vengono rifinite, riscaldate fino allo stato plastico, per contatto con la termopiastra, e quindi unite a pressione fino ad ottenere un corpo unico. Per l'esecuzione della saldatura mediante elementi termici di contatto, l'Impresa deve far riferimento alla norma UNI 10520 " Saldatura di materie plastiche. Saldatura ad elementi termici per contatto.

Saldatura di giunti testa a testa di tubi e/o raccordi in polietilene per il trasporto di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione".

Saldatrici

Le saldatrici sono costituite da un basa mento (telaio), da due elementi di guida e da due carrelli, uno mobile ed uno fisso, su ognuno dei quali trovano posto almeno due ganasce.

La pressione per la traslazione del carrello scorrevole viene fornita da una centralina con pompa e distributore a funzionamento manuale o elettroidraulico.

Sono vietate le macchine saldatrici in cui la traslazione delle morse avviene per movimento meccanico manuale e la pressione di saldatura avviene mediante molle.

La fresa utilizzata per la spianatura delle testate deve essere elettrica, atta in ogni caso a lavorare le testate da saldare in maniera piana ed ortogonale all'asse del tubo e/o raccordo.

Il termoelemento (termopiastra) deve mantenere una temperatura costante, sulle superfici piane ricoperte con appropriati rivestimenti antiaderenti.

In ogni caso le attrezzature impiegate devono garantire:

- una perfetta coassialità delle testate;
- un adeguato pianparallelismo delle superfici da saldare;
- la regolazione e il controllo dei parametri di saldatura (pressione, temperatura, tempo).

Ai fini della sicurezza dell'operatore, l'Impresa è obbligata ad impiegare saldatrici costruite nel rispetto della norma UNI 10565 "Saldatrici da cantiere ad elementi termici per contatto impiegate per l'esecuzione di giunzioni testa/testa di tubi e/o raccordi in polietilene (PE), per il trasporto di gas combustibile, di acqua e di altri fluidi in pressione. Caratteristiche e requisiti. Collaudo, manutenzione e documenti".

Preparazione per la saldatura

Prima dell'inizio del ciclo di saldatura, l'Impresa deve eseguire, ove necessario a sua cura e spesa, una serie di operazioni volte a garantire le migliori condizioni di lavoro e, di conseguenza, ad aumentare l'affidabilità della giunzione.

Verifica delle condizioni ambientali

La saldatura deve essere eseguita in un campo di temperatura ambiente compreso tra -5°C e +40 0c. Non è ammesso l'impiego di cannelli ad aria calda o bruciatori a diretto contatto con le superfici da saldare, per innalzare la loro temperatura.
L'esecuzione delle saldature deve avvenire in un luogo possibilmente asciutto; in caso di pioggia, elevato grado di umidità, vento, eccessivo irraggiamento solare, etc, l'Impresa deve adottare tutti gli accorgimenti necessari per proteggere la zona di saldatura.

Controllo della saldatrice

Oltre alle verifiche di integrità e funzionamento sulla centralina idraulica, fresatrice e strumentazione, si deve controllare l'efficienza della termopiastra.

La massima differenza ammessa tra la temperatura impostata e quella rilevata in un punto qualunque del termoelemento con un termometro digitale tarato non deve essere superiore a +- 10°C.

Controllo dei materiali

L'Impresa deve effettuare l'esame visivo e dimensionale dei materiali da saldare. In particolare deve verificare che la superficie interna ed esterna dei tubi e/o dei raccordi, in prossimità delle estremità da saldare, siano esenti da intagli e graffiature rilevanti e che siano rispettate le tolleranze relative allo spessore, al diametro esterno "qualunque" e all'ovalizzazione massima consentita dalle norme di prodotto applica bili.

Nel caso in cui l'ovalizzazione risultasse eccessiva, si può fare uso di attrezzi arrotondatori; non è comunque ammesso il riscaldamento delle estremità.

Inoltre deve verificare che l'estremità del tubo, opposta alla zona di saldatura, sia sigillata con tappo di protezione.

Preparazione delle testate

Le testate devono essere accuratamente pulite da unto, polvere, tracce di fango e quant'altro possa viziare il futuro esercizio della tubazione, impiegando panni puliti che non rilascino fibre e apposito liquido detergente (ad esempio alcole isopropilico, cloruro di metilene, tricloroetano o clorotene); Si deve controllare scrupolosamente che:

il disassamento massimo fra le due teste non sia superiore al 10% dello spessore degli elementi da saldare, con un massimo di 2 mm;

il pianparallelismo delle superfici spianate, avvicinando le parti, non presenti in nessun punto una luce superiore a:

0,3 mm fino a De 200 mm
0,5 mm fino a De 400 mm

1,0 mm oltre De 450 mm

Nel caso in cui uno dei due controlli non risultasse soddisfacente, l'Impresa deve procedere nuovamente alle fasi di serraggio, fresatura ed eventuale pulizia, al fine di garantire il buon allineamento delle testate.

Selezione dei parametri di saldatura

I parametri di saldatura dipendono dallo spessore dei tubi e raccordi impiegati ed in particolare:

- la temperatura del termoelemento deve essere pari a:
  - T = 210°C +-10°C, per spessore <=12 mm;
  - T = 200°C +-10°C, per spessore >= 12 mm.

I valori delle spinte da applicare:

- per le fasi di preriscaldamento e saldatura i valori della pressione devono essere tali per cui le superfici a contatto siano soggette ad una pressione pari a 0,15 N/mm2, riferita alla superficie della corona circolare del tubo.
- per la fase di riscaldamento il valore della pressione deve essere tale per cui le superfici a contatto siano sempre soggette ad una pressione non superiore a 0,02 N/mm2, riferita alla superficie della corona circolare del tubo.

I valori di pressione, che dipendono dal tipo di saldatrice impiegata, si possono ricavano direttamente dalle tabelle fornite dal Costruttore oppure possono essere calcolati conoscendo la sezione del cilindro di spinta del circuito di comando.

I valori di pressione, che dipendono dal tipo di saldatrice impiegata, si possono ricavano direttamente dalle tabelle fornite dal Costruttore oppure possono essere calcolati conoscendo la sezione del cilindro di spinta del circuito di comando.

Le indicazioni fornite dal manometro della saldatrice devono corrispondere alle spinte calcolate o alle pressioni indicate dalla tabella: le pressioni di preriscaldamento (P1) e di saldatura (P5) devono essere aumentate del valore dell'attrito (pressione di trascina mento) che la macchina incontra, sia per l'avvicinamento delle testate, sia per il trascinamento della barra e/o raccordo da saldare.

La pressione di trascinamento è la minima pressione letta sul manometro che permette il movimento relativo delle due testate precedentemente fissate al supporto mobile della saldatrice. Il suo valore dipende principalmente dal peso degli elementi da unire e non deve risultare superiore al valore delle pressioni P1 e P5. Si misura sperimentalmente, e deve sempre essere verificata dall'operatore prima di ogni saldatura.

Ciclo di saldatura

La saldatura deve essere eseguita seguendo le fasi del ciclo di saldatura riportate di seguito. In particolare:

Fase 1: Accostamento e Preriscaldamento delle testate

In fase di preriscaldamento le superfici di saldatura devono essere premute contro il termoelemento con una forza di 0,15 N per ogni mm2 di superficie della corona circolare interessata alla saldatura, a cui va aggiunta la pressione di trascina mento, fino al formarsi di un cordolo regolare su tutta la circonferenza, la cui dimensione è specificata nelle tabelle approntate dal Costruttore della saldatrice, così come tutti i tempi necessari al procedimento (t1, t2, t3, t4, t5).

Fase 2: Riscaldamento

Durante la fase di riscaldamento, le superfici devono aderire al termoelemento ad una pressione minima (0,02 N/mm^2).

Fase 3: Rimozione del termoelemento

Trascorso il tempo di riscaldamento t2, le superfici di saldatura devono essere allontanate rapidamente dal termoelemento, che deve essere tolto e quindi riavvicinate in un tempo t3.

Fase 4: Raggiungimento della pressione di saldatura;

Avvenuto l'avvicinamento delle superfici di saldatura, la pressione deve essere aumentata gradualmente e senza sbalzi in un tempo t4, fino a 0,15 N/mm2 a cui va aggiunta la pressione di trascina mento.

Fase 5: Saldatura

Il tempo t5 necessario per raggiungere la pressione ottimale è correlato allo spessore del tubo. Fase 6: Raffreddamento

Si deve evitare nel modo più assoluto qualsiasi raffreddamento brusco della saldatura (ottenuto, ad esempio, con aria o acqua).

Al termine del tempo di saldatura in pressione è possibile liberare il tubo dalle ganasce, avendo cura di non sottoporlo ad apprezzabili sollecitazioni fino al raffreddamento completato. In questo periodo si deve, inoltre, provvedere a proteggere la zona di saldatura dagli agenti atmosferici (pioggia, vento, umidità, eccessivo irraggiamento solare, etc.).

I tempi e le pressioni di preriscaldamento, riscaldamento e saldatura sono rilevabili dalla tabella della macchina e sono validi a temperatura ambiente (20°C) in assenza di correnti d'aria.

Il cordolo formatosi durante la saldatura deve essere, per quanto possibile, regolare ed uniforme e deve corrispondere alle dimensioni previste dalla tabella della norma UNI 10520.

L'Impresa deve eseguire la saldatura attenendosi scrupolosamente alle direttive impartite dal Costruttore degli elettrosaldabili e della saldatrice.

L'Impresa deve registrare i parametri di saldatura adottati per l'esecuzione di ogni singolo giunto in un verbale di saldatura.

4.10.12 Giunto a bicchiere

Tale giunzione è idonea solo per basse pressioni di esercizio.

Il giunto a bicchiere stampato in PE viene saldato in Stabilimento su una delle estremità della barra del tubo.

Il bicchiere presenta una forma leggermente svasata tale da poter ricevere l'estremità opposta di un altro tubo.

La tenuta viene realizzata comprimendo nello spazio tra parete del tubo e quella del bicchiere un'idonea guarnizione.

4.10.13 Filettatura

I giunti sono composti da innesti filettati Maschio/Femmina che vengono saldati in Stabilimento sulle estremità della barra del tubo.

L'avvitamento deve essere effettuato fino in fondo, ma senza forzare eccessivamente.

4.10.14 Giunti metallici

Esistono diversi tipi di giunti metallici a compressione e a innesto. Alcuni non effettuano il graffaggio del tubo esterno (es. giunti universali o dedicati) , altri presentano un sistema di graffaggio antisfilamento sulla circonferenza esterna del tubo.

4.10.15 Raccordi in materiale termoplastico

Vengono usati vari tipi di raccordi a compressione in materiale termoplastico, nei quali la giunzione viene effettuata con l'uso di un sistema di graffaggio sull'esterno del tubo.

Comunque i giunti devono rispondere ai requisiti prescritti dalla norma UNI 9561 "Raccordi a compressione mediante serraggio meccanico a base di materiali termoplastici per condotte di polietilene per liquidi in pressione. Tipi, dimensioni e requisiti" e pertanto verificati con i relativi metodi di prova prescritti nella norma UNI 9562 "Raccordi a compressione mediante serraggio meccanico a base di materiali termoplastici per condotte di polietilene per liquidi in pressione. Metodi di prova".

4.10.16 Giunzioni mediante flangiatura

Flangiatura a saldare

Si usano flange scorrevoli infilate su collari in PE salda bili mediante saldatura ad elementi termici per contatto o per elettrofusione.

I collari, data la resistenza che devono esercitare, saranno prefabbricati per stampaggio dal fornitore dei tubi.
Le flange vengono quindi collegate con bulloni o tiranti di lunghezza appropriata, utilizzando idonee guarnizioni. L'inserimento di guarnizioni è consigliata in tutti i casi.

Le flange, a seconda dell'uso della condotta, possono essere di materiale metallico o termoplastico; a collegamento avvenuto, flange e bulloni possono essere convenientemente protetti contro la corrosione.

Flangiatura a compressione

Si possono utilizzare flange mobili a serraggio meccanico dotate di guarnizione conica in cui inserire il tubo; la guarnizione stessa funge da tenuta con la controflangia.
È indispensabile l'inserimento di una boccola di rinforzo all'interno del tubo. per evitare eventuali collassamenti dello stesso.

Tale flangia può essere dotata di ghiera antisfilamento.

Vi sono inoltre altri sistemi di flangiatura, costituiti da giunti di collegamento di tipo universale, con gamma diametri d'accoppiamento variabile da un lato, e dall'altro dotati di flangia di collegamento. Tali giunti flangiati devono avere boccola di rinforzo all'interno del tubo. Il giunto può avere funzione antisfilamento.

Tutti i sistemi di flangiatura a compressione possono essere utilizzati come giunti di smontaggio.

4.11 Collaudo idraulico per tubazioni in pressione

Il collaudo si deve eseguire sulla tubazione installata, compresi i relativi raccordi e tutti gli organi di intercettazione, se questi sono dimensionati per la pressione di prova. Se questi accessori non sono adatti alla pressione di collaudo, devono essere esclusi con inserimento di dischi di intercettazione. Le prove di collaudo possono essere di due tipi:

- collaudo tradizionale;
- collaudo aggiornato (con riferimento ai progetti EN), e possono essere scelte indifferentemente.

4.12 *Collaudo tradizionale*

Si verifica la tenuta della condotta a breve durata con una pressione superiore alla pressione nominale della linea. Durante la prova preliminare si deve creare nella tubazione un equilibrio tra tensione e dilatazione, che avrà come risultato, un aumento di volume della condotta.
La prova idraulica dei tubi in PE in opera è da effettuare su tratte non più lunghe di 500 m, per evitare

problematiche sia durante il collaudo (rabbocco liquido, controllo giunzioni presenze sacche d'aria) che in caso di rottura della saldatura (svuota mento totale e riempimento in linea).

La tubazione deve essere bloccata nello scavo con terra vagliata o sabbia, lasciando possibilmente tutte le saldature scoperte per i controlli di tenuta.

La quasi totale copertura del tubo da collaudare eviterà sbalzi di temperatura nelle varie ore del giorno e della notte, consentendo una definizione più precisa della quantità di acqua aggiunta durante le ore di collaudo.

Dopo la copertura parziale del tubo, come sopra accennato, si deve riempire lo linea con acqua dal punto più basso della condotta, sfiatando lo stessa in vari punti per eliminare totalmente le sacche d'aria.

Alla fine dell'operazione di riempimento e di sfiato, si procederà con lo prova di pressione preliminare per una durata di 6 ore complessive e con pressione di 1,5 PN che non deve superare assolutamente il valore PN + 5 bar.

Nel punto di pompaggio deve *essere* installato, oltre ad *un* manometro di pressione, anche un manometro registratore (pressione e tempo), permettendo così di documentare l'andamento della prova idraulica e un contatore volumetrico.

La pompa deve essere attivata ogni ora per ripristinare la pressione di prova ed il contatore presente nell'unità di pressurizzazione deve conteggiare il volume del liquido aggiunto.
Questi dati si devono annotare nel protocollo di collaudo.

Durante le 6 ore il tubo si dilaterà sotto la pressione interna e raggiungerà una perdita di pressione fino a 0,8 bar/h. Ad una temperatura di 20°C il volume può aumentare fino al 3%.

Se la temperatura è più bassa di 20°C (ad esempio di notte) la dilatazione avrà valori più contenuti. Durante l'operazione di pre-collaudo si deve controllare la tenuta delle giunzioni e i raccordi flangiati saranno da rinserrare ciclicamente. Prestare attenzione durante queste operazioni al pericolo di incidente in caso di improvvisa perdita della linea, prevedendo adeguate protezioni all'operatore.

Al termine della prova preliminare, che deve terminare senza alcuna perdita dalle giunzioni si procede con lo prova principale, abbassando la pressione interna ad un livello di 1,3 PN che non deve superare il valore PN + 3 bar. Questa prova dura 6 ore ed ogni ora deve essere rilevata la pressione interna che indicativamente può scendere di 0,3 bar/h. Non deve essere ripristinata la pressione fino al termine della prova. Il collaudo si ritiene positivo quando il p =1,8 bar (differenza fra pressione iniziale con pressione finale).

Durante la prova principale si controllano, da parte dell'operatore, tutte le giunzioni senza che si riscontri alcuna perdita visibile. A collaudo terminato si redige un protocollo che deve essere firmato dall'impresa esecutrice e dalla Direzione Lavori.

4.13 *Collaudo aggiornato*

Si verifica la tenuta della condotta con procedimenti particolarmente rapidi utilizzando il "metodo a contrazione" (variazione del volume modificando la pressione).

Il principio di questo metodo sfrutta le caratteristiche viscoeleastiche del polietilene in quanto abbassando la pressione interna della condotta la contrazione della tubazione mantiene la pressione adun livello stabile per un breve periodo.

Gli elementi necessari per il collaudo sono: unità di prova idraulica composta da motopompa, vasca di stoccaggio liquido da integrare, valvole di sfiato e di regolazione, registratore di pressione, manometro di precisione, termometro, contalitri o serbatoio di recupero graduato per la rilevazione del volume scaricato (suddivisione <= 5% del volume richiesto).

Le tubazioni devono essere coperte in tutta l'estensione di collaudo per non far loro superare la temperatura massima 20°C.

Prova preliminare

Le operazioni da effettuarsi per lo prova preliminare sono:

Riempire lo condotta con acqua avente temperatura inferiore a 20°C ad una velocità superiore a 1 m/s sfiatandola e traboccandola per evitare sacche d'aria. Chiudere la valvola di alimentazione dell'acqua e lasciare assestare lo condotta per almeno 1 h (fase di assestamento).

Mettere in pressione lo condotta alla pressione di collaudo PColi di 1,5 PN, non superando PN +5 bar, in un tempo massimo di 10 minuti

Mantenere lo PColl per 30 minuti ripristinando la caduta di pressione al valore PColl (fase di mantenimento).

Controllare nella successiva ora (fase di dilatazione) le variazioni di pressione rispetto alla PColl che non devono essere superiori al 30%. Se la caduta di pressione è superiore al 30% si interrompe lo prova, si eliminano le cause delle perdite, e dopo un riposo delle tubature di almeno un'ora, si riprende il collaudo. È necessario il superamento di questa prova per eseguire lo prova principale.

Prova principale

A seguito della prova preliminare eseguita con esito positivo, si procede alla diminuzione di pressione (PAbb); per i successivi 30 minuti si deve controllare l'andamento della pressione (si può estendere fino a 1.5 ore per ottenere una valutazione più sicura dei risultati).
Se il valore di caduta di pressione rilevata dopo 30 minuti è <= 0,25 bar rispetto al valore massimo rilevato in questa fase, si procede al controllo di verifica del risultato prendendo in considerazione il volume dell'acqua scaricato durante la riduzione di pressione.

Se la quantità del liquido è inferiore a quello calcolato il collaudo è positivo; se invece è superiore, lo prova deve essere ripetuta.

4.14 Collaudo idraulico per tubazioni corrugate

Come previsto nel progetto di norma prEN 13476-1, il sistema tubazione corrugata - manicotto è garantito per resistere ad una pressione di 0,5 bar e ad una pressione di - 0,3 bar alla temperatura di 23°C.

Tali condizioni vengono garantite anche nel caso in cui si abbia una deflessione diametrale (pari al 10% del tubo e al 5% del manicotto) o una deflessione angolare del sistema (variabile, secondo il diametro, da 2° a 1°).

Il collaudo idraulico viene effettuato con la chiusura con palloni gonfiabili di tratti di condotta, sottoposti successivamente a pressione statica applicata con colonna piezometrica o con pompa da collaudo a 0,5 bar.

Fino ad oggi non sono stati stabiliti i criteri di controllo ed i parametri d'accettazione per i tubi strutturati; si consiglia quindi di adottare gli stessi criteri usati per i tubi rigidi (norma UNI EN 1610:1999 "Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura").
La norma prevede la possibilità di eseguire il collaudo con due diversi metodi: prova ad

acqua (metodo "W");

prova ad aria (metodo "L"), secondo quattro metodi di prova (LA, LB, LC e LD).

I valori di riferimento per la pressione di prova, la caduta di pressione ed i tempi di collaudo sono riportati nel prospetto 3 in riferimento a "tubi in calcestruzzo impregnato e tutti gli altri materiali" della norma UNI EN 1610.

È consigliabile eseguire la prova di tenuta ad aria, essendo questa più rapida per motivi logistici rispetto a quella

ad acqua.

Metodo ad aria

Le attrezzature necessarie per lo svolgimento della prova di collaudo, consistono in una serie di palloni di gomma che dovranno aderire alla parete interna della tubazione, un compressore, un manometro collegato ad un rilevatore con diagramma.

La prova consiste nel posizionare a valle e a monte del tratto considerato due palloni di tenuta per la chiusura della sezione di deflusso. Uno dei due palloni è dotato di una valvola passante per il riempimento d'aria nella condotta, collegata ad un'attrezzatura esterna di registrazione e rilievo.

La prova di collaudo è suddivisa nelle seguenti fasi:

caricamento dell'aria nella condotta ad una pressione di 0,5 bar;

raggiungimento della pressione di collaudo di circa 0,3 bar nella condotta; · assestamento del sistema per un periodo di circa 5 minuti;

inizio del collaudo ad una pressione stabilizzata di 0,3 bar;

verifica della perdita di pressione dopo un tempo prestabilito di 15 minuti.

La prova è da ritenersi positiva se il decadimento della pressione è inferiore del 10% rispetto alla pressione iniziale.

4.15 Tubazioni e pezzi speciali

I raccordi e le valvole devono essere compatibili con le tubazioni scelte e comunque devono sempre essere preventiva mente approvate dalla Direzione Lavori.

I sistemi di giunzione scelti dall'Impresa devono essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

In corrispondenza dei punti d'incontro delle tubazioni vengono realizzati dei pozzetti prefabbricati in cemento come da elaborati di progetto.

5 SPECIFICHE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE

5.1 Componenti dell'impianto di depurazione

Per le caratteristiche tecniche degli elementi che compongono l'impianto di trattamento delle acque di falda si riportano di seguito le "Specifiche tecniche" estratte dall'elaborato A.15.

5.2 Tubazioni in acciaio

1. Le prescrizioni che seguono si riferiscono a tubazione in acciaio con giunzioni saldate o a flangia. I tubi potranno essere prodotti senza saldatura tipo Mannesmann o con saldatura, longitudinale ed elicoidale rispondenti alle norme UNI EN 10224 – 2006.
2. I tubi dovranno essere fabbricati da uno degli acciai seguenti (rif. Prospetti 1 e 3 della norma UNI EN 10224:2006):
   - L235, avente carico unitario di rottura a trazione tra 360 e 500 Mpa;
   - L275, avente carico unitario di rottura a trazione tra 430 e 570 Mpa;
   - L355, avente carico unitario di rottura a trazione tra 500 e 650 Mpa;
3. I tubi dovranno essere fabbricati mediante uno dei seguenti processi:
   - senza saldatura (S);
   - con saldatura testa a testa (BW) longitudinale;

- con saldatura elettrica (EW) longitudinale o elicoidale;
- con saldatura ad arco sommerso (SAW) longitudinale o elicoidale.

4. I raccordi devono essere stampati o prodotti da tubi fabbricati in conformità alla norma UNI EN 10224:2006, o da lamiere o nastri fabbricati con acciaio L235 o L275 o L 355. Tutte le saldature dei raccordi realizzati da lamiera o nastro e tutte le saldature di fabbricazione devono essere saldature ad arco e la preparazione per la saldatura e la saldatura stessa devono essere eseguite da saldatori qualificati in conformità alla norma EN 287-1, in accordo a procedure conformi alla norma EN 288-1, 2 e 3.

5.3 Requisiti tubi e raccordi

1. In fase di produzione, i tubi e i raccordi devono essere ispezionati e sottoposti a prova in conformità ai punti 9 e 10 della norma UNI EN 10224:2006, dovendo risultare rispettati i requisiti di cui ai seguenti punti della stessa norma:
   - 7.2 Composizione chimica
   - 7.3 Caratteristiche meccaniche
   - 7.4 Aspetto
   - 7.5 Integrità
   - 7.6 Dimensioni dei tubi
   - 7.7 Tolleranze dei tubi
   - 7.8 Tipi e dimensioni dei raccordi
   - 7.9 Tolleranze sui raccordi
   - 7.10 Preparazione delle estremità dei tubi per la saldatura testa a testa (se richiesta dal committente)
2. In aggiunta ai requisiti suddetti, si applicano le condizioni tecniche generali di fornitura di cui alla norma EN 10021.
3. I raccordi devono essere progettati per resistere ad una pressione non minore di 1,5 volte la pressione d'esercizio ammissibile.

5.4 Controlli e campionamenti in fabbrica

1. In fase di produzione delle tubazioni e raccordi in acciaio, deve essere effettuata la verifica di conformità ai requisiti della norma UNI EN 10224:2006. Tale verifica potrà essere effettuata:
   a) di norma, per mezzo di controlli e prove non specifici (vedere norma EN 10021);
   b) ove sia stata espressamente specificata dalla stazione appaltante l'opzione 10 di cui al punto 8.1 delle norme UNI EN 10224:2006, per mezzo di controlli e prove specifici (vedere norma EN 10021).
2. ***Controlli e prove non specifici.*** Dovrà essere fornito un attestato di controllo tipo 2.2 in conformità alla norma EN 10204. L'attestato di controllo, conforme al prEN 10168, deve contenere i seguenti codici ed informazioni:
   - A Transazioni commerciali e parti coinvolte
   - B Descrizione dei prodotti a cui si applica l'attestato di controllo
   - C02 Direzione dei provini
   - C10-C13 Prove di trazione
   - C50-C69 Prova di piegamento (saldatura), di schiacciamento/allargamento
   - C71-C92 Composizione chimica

- D01 Marcatura ed identificazione, aspetto superficiale, forma e caratteristiche dimensionali
- D02-D99 Prova di tenuta, prove non distruttive della saldatura
- Z Validazione

3. I controlli e le prove devono essere eseguiti come indicato nel prospetto 13 della norma UNI EN 10224:2006.
4. Le prove devono essere eseguite dal fabbricante in conformità alle proprie procedure.
5. ***Controlli e prove specifici.*** Dovrà essere fornito un certificato di collaudo di tipo 3.1.B in conformità alla norma EN 10204. Il certificato di collaudo, conforme al prEN 10168, deve contenere i seguenti codici ed informazioni:
   - A Transazioni commerciali e parti coinvolte
   - B Descrizione dei prodotti a cui si applicano i certificati di collaudo
   - C02 Direzione dei provini
   - C10-C13 Prove di trazione
   - C50-C69 Prova di piegamento (saldatura), di schiacciamento/allargamento
   - C71-C92 Composizione chimica
   - D01 Marcatura ed identificazione, aspetto superficiale, forma e caratteristiche dimensionali
   - D02-D99 Prova di tenuta, prove non distruttive della saldatura
   - Z Validazione
6. I controlli e le prove devono essere eseguiti come indicato nel prospetto 14 della norma UNI EN 10224:2006. Le prove devono essere eseguite dal fabbricante sui prodotti da fornire o sulle unità di collaudo di cui fa parte il prodotto da fornire (vedere EN 10021), come previsto dal punto 9.1 della norma UNI EN 10224:2006. In luogo di quanto sopra, per casi particolari per i quali la stazione appaltante abbia specificato espressamente l'opzione 11 di cui al punto 8.2 della norma UNI EN 10224:2006, dovrà essere invece prodotto, a scelta della stazione appaltante, uno dei seguenti documenti:
   a) certificato di collaudo di tipo 3.1.A (EN 10204);
   b) certificato di collaudo di tipo 3.1.C (EN 10204);
   c) verbale di collaudo di tipo 3.2 (EN 10204).
7. In ogni caso, la Stazione Appaltante dovrà comunicare all'appaltatore – che a sua volta lo comunicherà al fabbricante – il nome e l'indirizzo del soggetto incaricato di eseguire il collaudo e produrre il documento di collaudo. Nel caso del verbale di collaudo tipo 3.2, la Stazione Appaltante stabilirà anche quale parte debba emettere il documento.

5.5 Marcatura

1. Ogni tubo e raccordo deve essere marcato in modo leggibile mediante stampigliatura o altro tipo di marcatura indelebile, con le seguenti informazioni:
   - nome o marchio di identificazione del fabbricante;
   - il numero della norma europea UNI EN 10224;
   - designazione dell'acciaio (L235 o L275 o L355);
   - se il committente ha specificato il tipo di tubo prescelto (saldato, non saldato), la sigla di riferimento appropriata (W, S)

5.6 Giunzioni

1. Le possibili tipologie di giunzione tra le estremità dei tubi e raccordi sono le seguenti:
   a) giunto per saldatura testa a testa
   b) giunto a bicchiere da saldare di tipo 1, di cui al punto C.2.2 della norma UNI EN 10224:2006; 4
   c) giunto a bicchiere da saldare di tipo 2, di cui al punto C.2.3 della norma UNI EN 10224:2006;
   d) giunto a collare da saldare, di cui al punto C.2.4 della norma UNI EN 10224:2006;
   e) giunto flangiato, di cui al punto C.3 della norma UNI EN 10224:2006; le flange dovranno essere fabbricate in modo da poter essere collegate con flange le cui dimensioni e tolleranze siano conformi alla norma EN 1092-2. Ciò assicura l'interconnessione tra tutti i componenti flangiati (tubi, raccordi, valvole, ecc.) della stessa PFA e dello stesso DN, nonché una adeguata prestazione del giunto. I bulloni ed i dadi devono essere almeno conformi alle prescrizioni della norma EN ISO 4016:2000 e della EN ISO 4034:2000, grado 4.6. Quando applicabile, le rondelle devono essere conformi alla EN ISO 7091. Le guarnizioni dei giunti a flangia possono essere fra quelle indicate nella norma EN 1514. Qualora per le guarnizioni dovessero essere per necessità costituite da materiale diverso dalla gomma, tale materiale dovrà risultare conforme alla corrispondente norma europea oppure, in assenza di questa, alla corrispondente norma ISO. I bulloni e i dadi dovranno essere protetti con speciale "grasso antiruggine" (previa perfetta pulitura od eliminazione di ossidazione); l'applicazione di tale grasso è da eseguire a cura e spese dell'impresa esecutrice;
   f) giunto a manicotto scorrevole, di cui al punto C.4 della norma UNI EN 10224:2006;
   g) giunto ad innesto rapido con guarnizione in gomma, di cui al punto C.5 della norma UNI EN 10224:2006; le guarnizioni in gomma dovranno essere conformi alla norma UNI EN 681-1:20004, e dovranno essere idonee al contatto con acqua potabile ai sensi della circolare n° 102/78 del Ministero della Sanità.

5.7 Rivestimenti

1. I tubi e raccordi dovranno essere approvvigionati in cantiere già provvisti del rivestimento interno ed esterno previsto in progetto. I rivestimenti protettivi interni od esterni dovranno essere tali da:
   - proteggere efficacemente la superficie interna dall'azione aggressiva dell'acqua convogliata e la superficie esterna dall'azione aggressiva dei terreni e dell'ambiente in cui le tubazioni sono posate;
   - conservare la loro integrità anche durante le operazioni di carico, scarico e trasporto nei luoghi di impiego;
   - resistere senza alterazioni sia alle temperature più elevate della stagione calda sia alle temperature più basse della stagione fredda specialmente nelle località più elevate.
2. Il collocamento in opera dei tubi di acciaio deve essere preceduto da accurate ispezioni sullo stato dei rivestimenti protettivi e da quelle prove sulla integrità di essi che saranno disposte dalla Direzione dei Lavori.
3. Tutte le volte che su un tubo, raccordo o pezzo speciale di acciaio si presenti una lesione del rivestimento, prima di rifiutarne l'impiego, la Direzione dei Lavori potrà a suo esclusivo giudizio consentire, ove le lesioni siano di modesta entità, che i rivestimenti lesionati vengano restaurati con modalità tali da ripristinare la continuità del rivestimento con gli stessi materiali e modalità descritte nei successivi articoli.
4. Qualunque danno ai rivestimenti che sia constatato farà comunque carico all'appaltatore, il quale dovrà provvedere a sue spese alle riparazioni che saranno eventualmente accettate dalla Direzione dei Lavori, e occorrendo anche alla nuova fornitura sostitutiva di quei tubi, raccordi e pezzi speciali con rivestimento danneggiato in maniera giudicata non riparabile a piè d'opera, a giudizio insindacabile della direzione lavori.

5. I tubi ed i pezzi scartati rimarranno di proprietà dell'appaltatore, che dovrà subito provvedere ad allontanarli dal cantiere.
6. Tutti gli oneri relativi a dette prestazioni sono compresi nella posa in opera, giunzione e prova delle condotte in acciaio.

5.8 Rivestimenti di tipo bituminoso

1. I rivestimenti esterni ed interni di tipo bituminoso dovranno essere realizzati, controllati e certificati in conformità alla norma UNI ISO 5256:1987, le cui prescrizioni sono sommariamente riepilogate di seguito. Per quanto concerne il rivestimento esterno, esso dovrà essere costituito da:
   I. uno strato di primer (di aderenza) a base di bitume di petrolio, come definito dal punto 5.2.1 e dal prospetto I della norma UNI ISO 5256:1987;
   II. uno o più strati protettivi a base di bitume di petrolio, come definiti dai punti 5.2.2 e dai prospetti II e III della norma UNI ISO 5256:1987, ed applicati tenuto conto dello spessore prescritto per le classi di protezione (scelte fra le classi da I a IV) di cui al punto 7.1 ed al prospetto VI della stessa norma;
   III. una o più armature di velo di vetro o di tessuto di vetro, inglobate in ogni strato protettivo.
2. Di norma, sui rivestimenti esterni sopra descritti sarà applicato uno strato di protezione antisolare a base di calce.
3. Il rivestimento interno dovrà invece consistere in uno o più strati di bitume di petrolio, con o senza uno strato di aderenza, come definiti – con riferimento alla UNI ISO 5256:1987 – nei punti 5.2.1, 5.2.2 e 5.2.3, precisati nei prospetti I, II e III ed applicati tenuto conto dello spessore prescritto per le classi di protezione (scelte fra le classi da A a D) di cui al punto 7.2 ed al prospetto VII.
4. I materiali di base (primer, bitume, carica, armature, ecc.) devono avere i requisiti prescritti dal punto 5.2 della norma UNI ISO 5256:1987, verificati con i metodi di prova contenuti nelle appendici A÷U della norma UNI ISO 5256:1987. L'applicazione dei rivestimenti deve avvenire nel rispetto delle prescrizioni del punto 6 della norma UNI ISO 5256:1987, ed i rivestimenti applicati devono possedere le caratteristiche descritte nel punto 7 della stessa norma.
5. I metodi di prova per il controllo dei tubi e degli accessori rivestiti devono essere conformi a quanto prescritto nel punto 8 della norma UNI ISO 5256:1987.
6. In fase di produzione, i rivestimenti di tubi ed accessori devono essere controllati con le modalità prescritte dal punto 9 della norma UNI ISO 5256:1987.
7. I controlli devono riguardare:
   - preparazione della superficie metallica e condizioni di applicazione;
   - sovrapposizione delle armature;
   - aspetto, fasce libere di estremità e continuità elettrica;
   - costituzione, spessore ed aderenza del rivestimento.
8. La fornitura dovrà essere accompagnata dal certificato di collaudo dei rivestimenti, rilasciato dalla ditta realizzatrice degli stessi.

5.9 Rivestimento interno in malta cementizia centrifugata

1. Il rivestimento interno in malta cementizia avrà le caratteristiche previste dalla norma UNI EN 10298:2006, e verrà applicato, controllato e certificato secondo le procedure contenute nella stessa norma.

5.10 Rivestimenti epossidici

1. Il rivestimento con resine epossidiche verrà eseguito su tubo precedentemente sabbiato o comunque scevro da ogni impurità, con una prima mano di resina epossidica dello spessore 150 micron previa miscelatura con idoneo induritore. Successivamente verrà eseguito un secondo strato dello spessore di 600 micron (nel caso di rivestimenti epossidici esterni).
2. Il rivestimento interno deve essere applicato, previa preparazione del tubo come su esposto, su una superficie perfettamente pulita con una rugosità dai 30 ai 50 micron. Seguirà l'applicazione della verniciatura interna epossidica realizzata con il seguente ciclo:
   - Granigliatura della superficie metallica grado SA 2÷2,5;
   - Verniciatura in airless con tubo in rotazione;
   - Centrifugazione della vernice per circa 5 minuti con velocità di rotazione di 2÷3 giri/sec.
   - Spessore del rivestimento a richiesta secondo l'impiego.
   - Temperatura di esercizio: -70° +100 °C.
3. Il rivestimento con vernici epossidiche potrà essere realizzato anche con altre idonee tecnologie purché vengano assicurate le stesse caratteristiche predette. Questo rivestimento dovrà resistere bene a fluidi molto corrosivi e per effetto della propria durezza ed elasticità dovrà avere un'eccellente resistenza all'abrasione ed all'impatto.

5.11 Rivestimenti esterni in polietilene

1. Le tubazioni dovranno essere protette esternamente con un rivestimento in polietilene estruso a caldo, del tipo a banda laterale. Il rivestimento deve essere realizzato in triplo strato, applicato e certificato secondo quanto previsto dalla EN 21809-1, classe B3, **spessore minimo 3,5 mm**, e deve presentare le seguenti caratteristiche minime:
   - resistenza all'impatto: (a 23°C (±3)) > 7 J/mm
   - resistenza alla penetrazione: (a 23°C (±3)) ≤ 0,2 mm
   - allungamento a rottura: (a 23°C (±3)) ≥ 400%
   - Raggio medio del distacco catodico: (a 23° C, 28 giorni, -1,5 V) ≤ 7 mm
   - isolamento elettrico > 108 Ωm
   - rigidità dielettrica: > 25 kV
   - resistenza alla pelatura: (a 23°C (±3)) ≥ 15 N/mm
   - spessore minimo di rivestimento esterno: classe B3.
2. Il rivestimento esterno in polietilene (EN 21809-1) deve essere realizzato tramite impianto di estrusione a banda laterale. Il rivestimento a tre strati in polietilene deve essere adatto alla protezione anticorrosiva (di lunga durata) di condotte con temperature di servizio che possono variare da –40°C ad una temperatura massima di +80°C.
3. Le superfici da rivestire devono essere sottoposte a procedimento di sabbiatura ai fini dell'eliminazione delle impurità (sporco, calamina ed ossidi aderenti), fino ad un grado definito "quasi bianco" (secondo NACE No. 2/SSPC-SP10), tipo SA 2 ½ così come previsto dalle Norme ISO 8501-1 e SIS 055900.
4. La composizione del rivestimento deve essere la seguente:
   - 1° strato: primer

- 2° strato: adesivo polietilenico
- 3° strato: polietilene

5. Il primer sarà costituito da uno strato di polveri epossidiche (Fusion Bonded Epoxy (FBE)) conforme alla EN 12809-1 che svolge la funzione di substrato al quale compete la resistenza chimica vera e propria, creando un sottile strato superficiale continuo, resistente agli agenti corrosivi. Deve avere inoltre la funzione di assicurare un adeguato ancoraggio del rivestimento al metallo.
6. L'adesivo sarà costituito da polietilene copolimero o modificato. La sua funzione sarà quella di assicurare un adeguato ancoraggio del successivo strato di polietilene alla mano di fondo (primer).
7. Il rivestimento esterno in polietilene deve essere del tipo ad alta densità (HDPE), con valori di quest'ultima compresi tra circa 0,930 ad oltre 0,970 g/cm³
8. Per consentire la saldatura dei tubi le estremità dovranno essere non rivestite (cutback) per una lunghezza di compresa tra i 150 e i 210 mm. Le estremità non rivestite dovranno essere opportunamente preservate con un protettivo temporaneo.

5.12 Zincatura

1. È ammesso esclusivamente il procedimento di zincatura a caldo, effettuato secondo quanto disposto dalla Norme EN ISO 1461 e UNI EN 10240 1999 ed appresso sommariamente riassunto:
   - eliminazione di grassi ed olii eventualmente presenti sul tubo con impiego di apposite soluzioni sgrassanti;
   - decapaggio in acido cloridrico 1:1 per la trasformazione completa degli ossidi di ferro eventualmente presenti in cloruro di ferro;
   - lavaggio in acqua per evitare trascinamenti di acido nelle successive fasi;
   - flussaggio (processo a secco) in soluzione acquosa di cloruro di ammonio per ritardare l'ossidazione della superficie metallica "nuda" prima della zincatura;
   - essiccazione e preriscaldamento (circa 150° C) per eliminare qualsiasi traccia di liquido dai pezzi;
   - zincatura per immersione in zinco fuso a circa 450° C per un tempo dipendente dal tipo di materiale e dello spessore di rivestimento desiderato, onde dar luogo alla formazione di una lega intercristallina tra il ferro dell'acciaio e lo zinco dello strato superficiale;
   - estrazione dei tubi dal bagno, raffreddamento, distacco dalla linea di zincatura, controllo del prodotto finito.
2. La zincatura deve essere effettuata sulle superfici interna ed esterna delle tubazioni e dei pezzi speciali, successivamente alla predisposizione di questi ultimi per il montaggio in opera. Al riguardo resta inteso che le tubazioni ed i pezzi speciali zincati a caldo potranno essere connesse tra loro esclusivamente con giunzioni di tipo flangiato.
3. Lo zinco nel bagno deve essere conforme alla norma UNI EN 1179 2005, ovvero il bagno non deve contenere più dell'1,5% di impurezze totali, che non siano ferro o stagno.
4. Gli spessori non devono risultare inferiori a 75 m, equivalenti a 515 g/mq. L'aspetto del prodotto finito non deve presentare bolle, punte, aree scoperte, ruvidità, e non devono esservi residui del flussante.
5. Le procedure di campionatura e verifica sono in accordo con quanto definito nelle norme citate.

5.13 Certificazioni e documentazione

1. La fornitura dovrà essere accompagnata dai seguenti documenti:

- certificato di conformità dei tubi, dei raccordi e dei pezzi speciali alle prescrizioni della norma UNI EN 10224:2006, con allegato il documento di cui al paragrafo "Controlli e campionamenti in fabbrica" del presente disciplinare, in originale o copia conforme;
- certificato di conformità dei rivestimenti interni/esterni alle norme di riferimento richiamate nel presente disciplinare, con allegati i documenti del caso (es. attestato di controllo per rivestimenti in polietilene);
- certificato di conformità alla norma EN ISO 9001 del sistema di garanzia della qualità del fabbricante, in originale o copia conforme, rilasciato da organismo accreditato secondo la EN 45012. Tale accreditamento deve essere stato effettuato dal SINCERT, o da altro organismo che abbia sottoscritto con il SINCERT l'accordo "European Cooperation for Accreditation" (EAC);
- nel caso di giunti ad innesto rapido: certificato di conformità delle guarnizioni in gomma alla norma EN 681-1, in originale o copia conforme; certificato di conformità delle guarnizioni in gomma alla Circolare Ministero Sanità n° 102 del 02.12.1978, in originale o copia conforme.

5.14 Accettazione dei tubi e dei raccordi

2. Al fine dell'effettuazione dei controlli e delle prove in fase di produzione, finalizzati all'accettazione dei tubi e dei pezzi speciali, la stazione appaltante ha la facoltà di inviare un proprio rappresentante o di incaricare un laboratorio qualificato di sua fiducia.
3. A tale scopo, la stazione appaltante dovrà essere preavvertita in tempo utile dell'inizio delle operazioni di produzione. La ditta produttrice dovrà eventualmente fornire le macchine di prova, il materiale, gli strumenti di controllo ed il personale necessario al fine di consentire agli incaricati della stazione appaltante l'effettuazione di tutte le verifiche ritenute utili all'accertamento della rispondenza della produzione alle prescrizioni del presente disciplinare.
4. Qualora la stazione appaltante non si avvalga della suddetta facoltà, la ditta produttrice potrà comunque procedere alla produzione.
5. La stazione appaltante disporrà comunque sulla fornitura approvvigionata in cantiere – a cura di un proprio rappresentante o di un laboratorio qualificato di sua fiducia – tutti i controlli e prove ritenute utili all'accertamento della rispondenza della fornitura alle prescrizioni del presente disciplinare, sia per quanto riguarda i rivestimenti che le tubazioni e raccordi.
6. Per le verifiche sulla qualità dei tubi e dei raccordi, si procederà come di seguito specificato.
7. Formazione delle partite: L'intera fornitura sarà suddivisa in singole partite di materiali il più possibile omogenee dal punto di vista sia della forma sia della fabbricazione.
8. La formazione delle partite di materiali approntati, su cui saranno eseguite le operazioni di controllo e prova da parte del rappresentante della stazione appaltante, avverrà di norma secondo i seguenti criteri, salvo particolari accordi che verranno presi tra le parti in relazione ai quantitativi effettivi di materiali compresi nell'appalto.
9. I tubi verranno suddivisi in partite di uguale numero di elementi di uguale diametro e spessori, fabbricati in successione. Il numero di elementi per ogni partita sarà stabilito dal rappresentante della stazione appaltante, con un minimo di 100 elementi per partita.
10. I raccordi e pezzi speciali in partite di uguale peso complessivo, composte possibilmente da elementi fabbricati in successione. Il peso di ogni partita sarà stabilito dal rappresentante della stazione appaltante, con un minimo di 10 tonnellate per partita.
11. Tutti i tubi, sui quali saranno stati prelevati saggi per le prove di accettazione, saranno accettati dalla stazione

appaltante come se avessero la loro lunghezza normale.

12. Esame visivo: Su ogni partita verranno effettuati dei controlli a campione per verificare l'integrità delle tubazioni e rilevare eventuali difetti macroscopici, la cui presenza comporterà automaticamente lo scarto del tubo o raccordo difettoso.
13. Controllo delle dimensioni: Su ogni partita verranno effettuati dei controlli a campione per verificare il soddisfacimento dei requisiti di cui ai punti 7.6, 7.7, 7.8, 7.9, e se del caso 7.10, della norma UNI EN 10224:2006.
14. I tubi, raccordi e pezzi speciali, le cui dimensioni presentassero al controllo differenze rispetto alle dimensioni normali oltrepassanti le tolleranze ammesse, saranno rifiutati.
15. Analisi chimica: L'analisi chimica sarà eseguita, a cura di laboratorio qualificato di fiducia della stazione appaltante, su un campione per ogni partita.
16. Il prelievo del campione e l'analisi saranno effettuati nel rispetto dei punti 9.2.2 e 10.1 della norma UNI EN 10224:2006.
17. Prova meccanica di trazione: La prova di trazione sarà eseguita, a cura di laboratorio qualificato di fiducia della stazione appaltante, su un provino per ogni partita. Il prelievo del provino e la prova saranno effettuati nel rispetto dei punti 9.2.3 e 10.2.1 della norma UNI EN 10224:2006 e della norma EN 10002-1, determinando:
    - Resistenza a trazione;
    - Carico unitario di snervamento;
    - Allungamento percentuale dopo rottura
18. Prova meccanica di schiacciamento: La prova di schiacciamento sarà eseguita, a cura di laboratorio qualificato di fiducia della stazione appaltante, su un provino per ogni partita.
19. Il prelievo del provino e la prova saranno effettuati nel rispetto dei punti 9.2.4 e 10.2.2 della norma UNI EN 10224:2006 e della norma EN 10233.
20. Prova meccanica di allargamento: La prova di allargamento sarà eseguita, a cura di laboratorio qualificato di fiducia della stazione appaltante, su un provino per ogni partita.
21. Il prelievo del provino e la prova saranno effettuati nel rispetto dei punti 9.2.5 e 10.2.3 della norma UNI EN 10224:2006 e della norma EN 10234.
22. Prova meccanica di piegamento della saldatura: La prova sarà eseguita, a cura di laboratorio qualificato di fiducia della stazione appaltante, su un provino per ogni partita.
23. Il prelievo del provino e la prova saranno effettuati nel rispetto dei punti 9.2.6 e 10.2.4 della norma UNI EN 10224:2006 e della norma EN 910.
24. Esiti delle analisi chimiche e prove meccaniche: Nel caso di esito negativo dell'analisi chimica e/o di una o più prove meccaniche, le prove dovranno essere ripetute, a cura di altro laboratorio qualificato di fiducia della stazione appaltante, su ulteriori due campioni/provini prelevati dalla stessa partita. Se anche una sola delle dette controprove darà esito negativo, la partita verrà rifiutata.

5.15 Realizzazione delle condotte

1. Trasporto: Il carico, il sollevamento e la deposizione dei tubi rivestiti devono avvenire utilizzando cinghie di sollevamento in tessuto.
2. Non devono essere utilizzati mezzi di sollevamento a spigolo vivo né funi d'acciaio o catene; le parti a spigolo vivo degli autocarri devono essere ricoperte in fase di scarico.

3. Per evitare distacchi del rivestimento alle estremità dei tubi, questi ultimi devono essere movimentati soltanto con ganci gommati o rivestiti di materia plastica. Durante il trasporto i tubi dovranno essere sostenuti mediante 3 o 4 traversine di base e intermedie della larghezza di circa 150 mm.
4. Ogni strato deve essere assicurato da almeno 3 cunei su ogni lato per evitare il rotolamento dei tubi.
5. Stoccaggio: Le tubazioni andranno stoccate in piano con strati separati da traversine di legno. Per ragioni di sicurezza il numero degli strati accatastabili in cantiere non dovrà superare il numero di 4.
6. Per evitare contaminazioni della superficie interna delle tubazioni, i cappucci di protezione andranno rimossi solo prima dell'installazione.
7. Sfilamento della condotta: Il metodo di sfilamento deve essere deciso in relazione alle tecniche di posa del tubo e alle condizioni lungo il tracciato dell'acquedotto.
8. La tubazione viene trasportata sul sito prima dell'inizio degli scavi e sistemata su un lato del tracciato. Per ogni tubazione è richiesto un minimo di due cinghie di sollevamento come anche un sufficiente numero di cunei per assicurarne il posizionamento.
9. Scavo e posa: Il terreno roccioso o instabile non potrà essere usato come superficie di supporto diretto della tubazione.
10. In caso di sottofondo di tipo roccioso o con prevalenza di pietre si deve incrementare la profondità dello scavo a seconda del tipo di materiale. Lo strato rimosso va sostituito con un sottofondo privo di pietre tipo sabbia compattata, sabbia ghiaiosa o terreno vagliato.
11. Andranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:
    - Distanza da elettrodotti 0,40 m.
    - Altezza della ricopertura minima di 1,0 m.
    - Specifiche di saldatura in accordo alla DIN EN 287/1.
    - Letto di posa almeno 0,10 m. intorno alla circonferenza della tubazione.
12. Copertura dello scavo: In fase di copertura è opportuno effettuare un riempimento intorno ai tubi utilizzando terreni selezionati o sabbia da collocare ai lati della tubazione fino ad oltrepassare per almeno 10 cm. la sommità del tubo.
13. Il terreno di riempimento va compattato in maniera sufficiente.
14. Taglio in cantiere: Si raccomanda l'uso delle seguenti procedure per il taglio in cantiere della tubazione rivestita in polietilene estruso:
    - Taglio del tubo mediante mola flessibile con disco abrasivo.
    - Riscaldamento delle estremità fino a circa 80 °C.
    - Intaglio del rivestimento in PE in direzione circonferenziale e longitudinale.
    - Rimozione manuale del rivestimento in PE.
    - Realizzazione di uno smusso sulla estremità del tubo per un angolo di circa 65°.
15. Saldature: Vanno rispettati i normali criteri per la saldatura a cordone discendente. Le saldature verranno eseguite secondo le prescrizioni contenute nelle «Norme Generali concernenti la esecuzione e l'impiego della saldatura elettrica» adottate dal Ministero delle Comunicazioni e stabilite nel D.M. 26.02.1926, integrato con la circolare in data 20.11.1939 (allegato D) e successive modifiche ed integrazioni.
16. L'Impresa dovrà presentare alla stazione appaltante la documentazione comprovante la specializzazione ed assoluta esperienza delle maestranze incaricate delle saldature, che dovranno risultare in possesso di patente o di titolo ritenuto equipollente dalla stazione appaltante. La Direzione dei Lavori potrà comunque

sottoporre il personale presentato dall'Appaltatore ad un esperimento pratico e ad un esame volto a verificarne le capacità.

17. Le saldature dovranno essere eseguite con la massima cura e a perfetta regola d'arte. Le superfici sulle quali devono applicarsi saranno tenute accuratamente libere da ruggine o da altri ossidi, pelle di laminazione, scaglie, vernice o altre impurità, in modo da presentare il metallo perfettamente nudo e pulito.
18. I cordoni di saldatura saranno formati da una successione di strati sovrapposti (passate) compenetranti intimamente uno nell'altro. Il numero di passate che sarà in relazione all'elemento da saldare, non dovrà essere inferiore a due. Lo spessore di materiale di apporto depositato da una passata non dovrà superare i 4 mm. Ciascuna passata dovrà presentare una buona penetrazione marginale col metallo base e con la precedente passata dovrà essere priva di soluzioni di continuità, fenditure, soffiature. Prima di compiere la passata successiva dovrà provvedersi alla asportazione delle scorie mediante martelli leggeri o spazzole in modo che il metallo risulti nudo e netto. Nella pratica si sono dimostrati sufficienti 1 o 2 cordoni anulari con elettrodi cellulosici da 3,25 mm. La penetrazione del cordone all'interno del tubo non deve superare 1 mm.
19. Dovranno essere impiegati esclusivamente elettrodi rivestiti il metallo di apporto presenti caratteristiche metalliche analoghe a quelle del metallo base. Il tipo di elettrodo o di elettrodi da impiegare dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori, la quale si riserva di richiedere all'Appaltatore ulteriori prove anche diverse da quelle suggerite dalle «Norme» su accennate.
20. L'Appaltatore dovrà precisare in una relazione eventualmente corredata da disegni, le dimensioni dei cordoni di saldature, il numero di passate con cui verranno costituiti detti cordoni, il tipo ed il calibro degli elettrodi da impiegare in ciascuna passata e la corrispondente intensità di corrente elettrica nonché la descrizione delle attrezzature ed impianti che l'Impresa impiegherà per la saldatura elettrica.
21. Si prevede l'esecuzione delle seguenti procedure di controllo sui giunti eseguiti con saldatura realizzata in cantiere:
    - controllo delle saldature con ultrasuoni;
    - controllo delle saldature con liquidi penetranti;
    - controllo magnetoscopico delle saldature.
22. I controlli verranno svolti secondo le norme UNI EN 473 e le norme ASME.
23. I controlli si eseguiranno su un numero di giunti non inferiore al 10% del totale dei giunti con saldatura realizzati in cantiere.
24. Tutti i controlli saranno eseguiti, sotto la sorveglianza della direzione lavori, a cura e spese dell'Appaltatore, che in ogni modo resta il solo responsabile della perfetta riuscita dei lavori di saldatura.
25. La stazione appaltante potrà peraltro eseguire sulle saldature tutte quelle ulteriori indagini ed esperienze che riterrà necessarie per accertare la buona esecuzione di lavori di saldatura.
26. La verifica della saldatura può avvenire in modo non distruttivo in accordo con il foglio di lavoro GW1 del DVGW.
27. Ripristino del rivestimento bituminoso: Dopo la saldatura delle giunzioni l'Impresa dovrà ripristinare accuratamente la bitumatura esterna (sia di fondo che protettiva) dei tubi in corrispondenza delle giunzioni stesse, facendo attenzione che non si creino soluzioni di continuità fra il rivestimento già esistente sui tubi e quello del giunto.
28. Ripristino della protezione in PE: Il ripristino del rivestimento esterno in polietilene estruso dovrà essere effettuato in conformità con la norma DIN 30672 a mezzo di manicotti o fasce termorestringenti, nel rispetto delle istruzioni fornite dai produttori dei materiali di ripristino stessi.

- Il taglio della fascia dovrà essere effettuato tenendo presente che essa, una volta abbracciata la tubazione, dovrà sovrapporsi al lembo opposto per almeno 150 mm.
- Assicurarsi che il rivestimento della tubazione sia smussato a 30° nella parte finale.
- Pulire l'acciaio ed il rivestimento esterno con un solvente per rimuovere l'eventuale presenza di olii, grassi e altri agenti contaminanti e assicurarsi che la superficie sia perfettamente asciutta.
- Abradere l'area del giunto con una spazzola metallica sino a raggiungere un grado di rugosità minimo St/3.
- Abradere leggermente anche il rivestimento oltre la larghezza della fascia per almeno 50 mm. per parte.
- Pulire con uno straccio od un soffio d'aria per rimuovere eventuali particelle contaminanti.
- Preriscaldare la superficie del giunto ad una temperatura minima di 65 °C ed assicurarsi che essa sia omogenea su tutta l'area, compresi 50 mm. di larghezza in più per parte.
- Rimuovere parzialmente il polietilene di protezione e scaldare la zona sottostante per circa 150 mm.
- Centrare la fascia sopra il giunto in modo che la pezza sia posizionata al centro dei 2/4 superiori del tubo; premere la parte sottostante per farla aderire al metallo e rimuovere la protezione.
- Avvolgere la fascia intorno al tubo.
- Scaldare leggermente il polietilene della zona sottoposta e l'adesivo di quella sovrapposta.
- Rimuovere qualsiasi protezione dalla pezza di chiusura e scaldare leggermente.
- Centrare la pezza di chiusura nel punto di sovrapposizione e pressare con forza.
- Scaldare delicatamente la pezza di chiusura, schiacciarla sulla fascia con le mani, ripetere la fase di riscaldamento muovendo la torcia da una parte all'altra orizzontalmente.
- Far fuoriuscire manualmente o con un rullo eventuali bolle d'aria dal centro verso l'esterno.
- Iniziare a riscaldare il centro della fascia effettuando movimenti circolari attorno al tubo. Continuare a scaldare dal centro verso un margine della fascia finché la retrazione è completa. Nello stesso modo scaldare e far restringere la parte rimanente. La termorestrizione è completa quando l'adesivo inizia a fuoriuscire dai bordi della fascia su tutta la circonferenza.
- Ultimare la restrizione con lunghi movimenti orizzontali della torcia sull'intera superficie.
- Subito dopo la retrazione, quando la fascia è ancora calda e morbida, rullare delicatamente la superficie e far uscire tutte le eventuali bolle d'aria.
- Massaggiare con la mano i lati dei cordoni di saldatura e gli smussi del rivestimento, prestando particolare cura nella zona di sovrapposizione della fascia.
- Continuare la procedura pressando il rullo sulla pezza di chiusura con lunghi movimenti orizzontali dalla saldatura verso l'esterno.
- Esaminare visivamente la fascia ed assicurarsi che:
  - La fascia è in totale contatto con la superficie del giunto.
  - L'adesivo fuoriesce da entrambi i margini della fascia.
  - Nessun buco o rottura è presente nel polietilene della fascia.
  - Non vi sia nessuna bolla d'aria, e non vi siano bruciature sul polietilene della fascia.

29. <u>Pretrattamento e disinfezione:</u> Prima della messa in esercizio della condotta sono necessari i seguenti trattamenti:
    - Lavaggio preliminare per 24 ore con acqua.
    - Stagnazione per 48 ore con soluzione di cloro pari a circa 60 mg/litro.

- Lavaggio finale con acqua

5.16 Collaudo in opera delle condotte

1. Le condotte di acciaio saranno sottoposte a due prove di collaudo idraulico, entrambe ad una pressione pari ad una volta e mezzo quella di esercizio.
2. La prima prova, da svolgersi a giunti scoperti, avrà la durata di otto ore.
3. La seconda prova, da svolgersi a giunti coperti e rinterro completato, avrà la durata di quattro ore.
4. Le prove saranno effettuate riempiendo d'acqua la tratta da provare e raggiungendo la pressione stabilita mediante pressa idraulica da applicarsi all'estremo più depresso della tratta stessa. La pressione di prova dovrà essere raggiunta gradualmente, in ragione di non più di 1 bar al minuto primo.

5.17 Tubazioni in polietilene PE100

1. Il presente disciplinare riporta le prescrizioni tecniche, le norme, le prove e le caratteristiche generali dei tubi e dei pezzi speciali di polietilene ad alta densità PE100 PN 16.
2. Le tubazioni di polietilene non devono essere adoperate nelle seguenti circostanze:
   - sopra il terreno e in altre posizioni raggiungibili dai raggi solari;
   - dove possano essere presenti solventi e prodotti chimici pericolosi, anche in piccole quantità, come idrocarburi, soluzioni fotografiche, ecc.
3. Le Ditte produttrici dei tubi e dei pezzi speciali devono possedere un Sistema Qualità aziendale conforme alla norma UNI EN ISO 9001 approvato da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021.
4. I tubi ed i pezzi speciali devono portare il marchio di conformità alla norma UNI EN 12201 (certificazione di prodotto), rilasciato da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo le norme UNI CEI EN 17065 e UNI CEI EN ISO/IEC 17020.

5.18 Riferimenti normativi

1. Nella fabbricazione di tubi e raccordi e nella progettazione e costruzione di opere in PE100 si deve far riferimento alle prescrizioni contenute nei seguenti documenti e norme:
   - UNI EN 12201-1: Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE) - Generalità.
   - UNI EN 12201-2: Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE) - Tubi.
   - UNI EN 12201-3: Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE) - Raccordi.
   - UNI EN 12201-5: Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE) - Idoneità all'impiego del sistema.
   - Raccomandazione IIP n. 10 (Maggio 1999): Installazione di acquedotti di PE
   - UNI 9737: Classificazione e qualificazione dei saldatori di materie plastiche. Saldatori con procedimenti ad elementi termici per contatto, con attrezzatura meccanica ed a elettrofusione per tubazioni e raccordi in polietilene per il convogliamento di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione.
   - UNI 10520: Saldatura ad elementi termici per contatto. Saldatura di giunti testa a testa di tubi e/o raccordi

in polietilene per il trasporto di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione.

- UNI 10521: Saldatura per elettrofusione. Saldatura di tubi e/o raccordi in polietilene per il trasporto di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione.
- UNI 10565: Saldatrici da cantiere ad elementi termici per contatto impiegate per l'esecuzione di giunzioni testa a testa di tubi e/o raccordi in polietilene per il trasporto di gas combustibile, di acqua e di altri fluidi in pressione. Caratteristiche funzionali, di collaudo e di documentazione
- UNI 10566: Saldatrici per elettrofusione ed attrezzature ausiliarie impiegate per l'esecuzione di giunzioni di tubi e/o raccordi in polietilene, mediante raccordi elettrosaldabili, per il trasporto di gas combustibile, di acqua e di altri fluidi in pressione. Caratteristiche e requisiti, collaudo, manutenzione e documenti.
- UNI 10761: Coordinamento delle attività di saldatura, posa e collaudo di reti di polietilene per il convogliamento di gas combustibili, acqua e altri fluidi in pressione. Compiti e responsabilità, requisiti per l'addestramento, la qualificazione e la certificazione del personale.
- UNI 9561: Raccordi a compressione mediante serraggio meccanico a base di materiali termoplastici per condotte di polietilene per liquidi in pressione. Tipi, dimensioni e requisiti.
- UNI 9562: Raccordi a compressione mediante serraggio meccanico a base di materiali termoplastici per condotte di polietilene per liquidi in pressione. Metodi di prova.
- UNI-EN – 10226-1,2:Filettatura di tubazioni per accoppiamento a tenuta sul filetto. Designazione, dimensione e tolleranze.
- D.M. 6 aprile 2004, n.174: Disciplina igienica concernente le materie plastiche, gomme per tubazioni ed accessori destinati a venire in contatto con acqua potabile e da potabilizzare
- DECRETO MINISTERIALE 12.12.85: Norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle tubazioni.
- D.LGS. n. 81 del 9 aprile 2008: Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro

5.19 Materia prima utilizzata nella fabbricazione dei tubi

1. I tubi, nei diametri ed SDR previsti, devono essere prodotti con resine polietileniche di classe MRS 10,0 (c=8,0 N/mm2) in conformità alle norme nazionali ed internazionali.
2. Nessun additivo potrà essere aggiunto alla resina dal fabbricante dei tubi all'atto della lavorazione, oltre a quelli previsti dal produttore della resina stessa.
3. Tutti gli additivi che sono necessari per la realizzazione dei tubi, in particolare gli stabilizzanti contro i raggi UV, devono essere già inglobati nei granuli (pre-masterizzazione).
4. Non può in alcun modo essere impiegato materiale di riciclo.
5. Il fabbricante deve monitorare le proprietà della materia prima da impiegare nella produzione dei tubi prima del suo utilizzo, in particolare deve controllare almeno le seguenti proprietà, con i metodi di prova riportati nel prospetto 1 della norma UNI EN 12201-1:2012.
6. I criteri di accettazione o di rifiuto della materia prima sono basati sulla conformità ai requisiti esposti nella norma UNI EN 12201.
7. ***Aspetto.*** Le superfici interne ed esterne dei tubi, osservate senza ingrandimenti, devono essere lisce, pulite e libere da asperità, cavità o altri difetti di superficie che possano compromettere la funzionalità dei tubi stessi.
8. La parte terminale del tubo deve essere sezionata perfettamente e perpendicolarmente all'asse del tubo.

9. ***Colore.*** I tubi di PE100 devono essere blu o neri.
10. ***Diametri e spessori.*** La dimensione convenzionale con cui sono designati i tubi e i pezzi speciali in PE100 (secondo la norma UNI EN 12201-2) è il "diametro nominale DN/OD, ossia la dimensione nominale relativa al diametro esterno.
11. Il suo valore coincide con quello del diametro esterno nominale d_n e con il minimo valore del diametro esterno medio $d_{em,min}$.
12. Il diametro esterno medio d_{em} dei tubi deve avere un valore compreso tra $d_{em,min}$ e $d_{em,max}$.
13. Ad ogni diametro e per ogni classe di pressione sono associati lo spessore di parete minimo $e_{y,min}$ e lo spessore di parete massimo $e_{y,max}$ delle tubazioni.
14. Nella tabella seguente si riportano i valori, espressi in millimetri, di $d_{em,min}$, $d_{em,max}$, $e_{y,min}$, $e_{y,max}$ e dell'ovalizzazione massima ammissibile, riferiti a tubi di PE100 con classe di pressione PN16:

DN/OD	dn	$d_{em,min}$	$d_{em,max}$	PN 16 SDR 11 $e_{y,min}$	PN 16 SDR 11 $e_{y,max}$	Ovalizzazione massima ammissibile
40	40	40,0	40,4	3,7	4,2	1,4
50	50	50,0	50,4	4,6	5,2	1,4
63	63	63,0	63,4	5,8	6,5	1,5
75	75	75,0	75,5	6,8	7,6	1,6
90	90	90,0	90,6	8,2	9,2	1,8
110	110	110,	110,	10,0	11,1	2,2
125	125	125,	125,	11,4	12,7	2,5
140	140	140,	140,	12,7	14,1	2,8
160	160	160,	161,	14,6	16,2	3,2
180	180	180,	181,	16,4	18,2	3,6
200	200	200,	201,	18,2	20,2	4,0
225	225	225,	226,	20,5	22,7	4,5
250	250	250,	251,	22,7	25,1	5,0
280	280	280,	281,	25,4	28,1	9,8
315	315	315,	316,	28,6	31,6	11,1
355	355	355,	357,	32,3	35,6	12,5
400	400	400,	402,	36,3	40,1	14,0
450	450	450,	452,	40,9	45,1	15,6
500	500	500,	503,	45,4	50,1	17,5
560	560	560,	563,	50,8	56,0	19,6
630	630	630,0	633,	57,2	63,1	22,1
710	710	710,	716,	-	-	(24,9)
800	800	800,	807,	-	-	(28,0)

15. ***Lunghezze.*** Non sono stati fissati requisiti particolari per le lunghezze dei rotoli e dei tubi diritti o per le tolleranze; perciò è necessario che le lunghezze dei tubi siano concordate tra acquirente e fornitore.
16. Per quanto concerne i tubi in rotoli, le tubazioni devono essere arrotolate in modo che siano impedite deformazioni localizzate come per esempio instabilità locali e o deformazioni.
17. ***Indice di fluidità.*** Il fabbricante dovrà garantire un MFI (Melt Flow Index) relativo al prodotto finito compreso tra i valori di 0,35 e 1,2 gr/10 min.
18. ***Requisiti prestazionali.*** Non devono essere inferiori ai valori del prospetto 3 della norma UNI EN 12201-2, ottenuti col metodo di prova della UNI EN 1167:

Temperatura di collaudo [°C]	Hoop stress del tubo [Mpa]	Requisito [h]
20	12,4	>100

80	5,5	>165
80	5,0	>1000

19. ***Prove di tipo e di conformità.*** Il procedimento di controllo e collaudo dei lotti produttivi deve essere identificato in procedure interne del fabbricante che deve garantire lo svolgimento delle seguenti prove minime:

Prova	Frequenza minima	Metodo di prova
Aspetto e dimensioni	Una prova ogni 2 h per ogni linea	EN ISO 3126
Resistenza alla pressione interna: 100h-20°C-12,4 Mpa	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia prima su 3 provini	UNI EN 1167
Resistenza alla pressione interna: 165h-80°C - 5,5 Mpa	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia prima su 3 provini	UNI EN 1167
Resistenza alla pressione interna: 1000h-80°C-5,0 Mpa	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia prima su 3 provini	UNI EN 1167

Prova	Frequenza minima	Metodo di prova
Indice di fluidità (MFR) 190°C-5Kg-10min	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia	ISO 1133
Tempo di induzione all'ossigeno: ≥20' a 200°C	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia	EN 728
Tensione di snervamento > 19 Mpa	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia	EN 6259
Allungamento a rottura ≥ 350%	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia	EN 6259
Ritiro a caldo	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia	UNI 2505

20. ***Certificazioni di prodotto – Marchio di conformità.*** I tubi devono essere prodotti con resine idonee per l'impiego in acquedotti, omologate dall'Istituto Italiano dei Plastici o da altro Organismo accreditato secondo le norme UNI CEI EN 17065 e UNI CEI EN ISO/IEC 17020; sui tubi deve essere presente il relativo codice commerciale della materia prima adoperata.
21. Il fabbricante deve possedere la concessione all'uso del marchio che attesti la conformità dei tubi ai requisiti della di norma UNI EN 12201, rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici o da altro Organismo accreditato secondo le suddette norme UNI CEI EN.
22. ***Marcature.*** Tutti i tubi devono essere permanentemente e leggibilmente marcati lungo la loro lunghezza in modo tale che la marcatura non dia inizio a fessurazioni oppure ad altri tipi di rotture premature e che il normale stoccaggio, l'esposizione alle intemperie, il maneggio e l'installazione non danneggino la leggibilità del marchio.
23. Se si usa la stampa, il colore dell'informazione stampata deve differire dal colore base del tubo.
24. La marcatura deve essere leggibile senza ingrandimento con la frequenza della marcatura che non sia meno di una al metro.
25. La marcatura dei tubi deve riportare le seguenti indicazioni:

    - nome o simbolo del produttore;

- dimensioni (diametro x spessore, in millimetri);
- serie SDR 11;
- materiale e designazione (PE100);
- classe di pressione in bar (PN16);
- periodo di produzione (data o codice);
- numero della norma (UNI EN 12201);
- sigla identificativa della resina omologata;
- marchio di conformità dei tubi.

26. ***Esclusioni.*** Non è ammesso l'impiego anche se parziale e/o temporaneo di:

- compound e/o materia prima e/o materiale base ottenuto per rigenerazione di polimeri di recupero, anche se selezionati;
- compound e/o materia prima e/o materiale base ottenuto per rimasterizzazione di compound neutri e addizionati successivamente con additivi da parte del produttore dei tubi o aziende diverse dal produttore della materia prima indicato nella marcatura dei tubi;
- compound dichiarati di primo uso dal fabbricante ma non sottoponibili alla certificazione di origine;
- lotti di compound provenienti da primari produttori europei, ma dagli stessi indicati come lotti caratterizzati da parametri singoli (Melt Index, massa volumica, umidità residua, solventi inclusi, ecc.) non conformi al profilo standard del prodotto;
- miscelazioni pre-estrusione tra compound chimicamente e fisicamente compatibili ma provenienti da produttori diversi o da materie prime diverse anche dello stesso produttore;
- l'impiego di materiale rigranulato di primo uso estruso, ottenuto cioè dalla molitura di tubi o raccordi già estrusi anche se aventi caratteristiche conformi al presente documento.

27. ***Garanzie***

- Materia prima: il fabbricante, all'atto della definizione delle forniture e/o delle eventuali convenzioni con la committente, deve consegnare a quest'ultima una campionatura (specimen) del/dei compound che verranno utilizzati per l'estrusione dei tubi oggetto delle forniture stesse, nonchè una scheda tecnica del produttore del/dei compound che certifichi i parametri di riferimento per l'analisi comparativa tra specimen e tubi.
- Tubi: il fabbricante deve mantenere a disposizione della committente la documentazione attestante i transiti di lotti di compound interessati ad ogni singolo lotto di produzione ordinato. All'atto della consegna, il fabbricante deve allegare ai documenti di trasporto una dichiarazione di conformità, nonché la copia dei certificati e delle registrazioni degli esiti dei test relativi alle materie prime impiegate ed ai tubi oggetto della fornitura, che ne attestino la rispondenza alle prescrizioni.
- Il fabbricante che effettua la fornitura sulla base del presente documento deve corredare la fornitura stessa di apposita certificazione dell'Organismo ufficialmente accreditato, attestante che tutti i tubi sono prodotti esclusivamente con la materia prima di cui al punto "Materia prima utilizzata nella fabbricazione dei tubi".
- Quale controgaranzia del produttore della materia prima/compound il Committente potrà trasmettere a sua cura un campione di un tubo, scelto a caso, al produttore della materia prima/compound dichiarato sulla marcatura tubo. Il produttore della materia prima/compound restituirà al committente in forma riservata, senza coinvolgere il fabbricante dei tubi, i risultati delle analisi comparative.

5.20 Pressioni e spessori

1. ***Classi di pressioni.*** Le dimensioni dei tubi, come diametri e spessori in funzione della pressione nominale, devono essere conformi a quanto riportato nel prospetto 2 della norma UNI EN 12201.
2. ***Calcolo degli spessori.*** Lo spessore viene calcolato utilizzando la seguente formula:

$$e = \frac{PN \cdot D}{2\sigma + PN}$$

dove:

- e = spessore (mm);
- PN = pressione nominale (bar);
- D = diametro (mm);
- σ = sigma di progetto (bar).

3. Lo spessore dipende sia dalla pressione nominale sia dalle caratteristiche di progetto tramite il valore del sigma; quest'ultima, a sua volta, viene ricavata dall'MRS relativo alla curva di regressione a 20°C con un coefficiente di sicurezza solitamente posto pari a 1,25.
4. I valori degli spessori ricavati devono essere arrotondati al decimo superiore rispettando comunque i valori minimi indicati dalle tabelle dimensionali unificate.
5. All'aumentare della temperatura varia la resistenza del materiale e occorre ridurre opportunamente la pressione di esercizio utilizzando un apposito coefficiente riduttivo, come indicato nella tabella seguente:

T (°C) = 20 [illegible] = 1
T (°C) = 30 [illegible] = 0.87 T (°C) = 40
[illegible] = 0.74

Da cui si ricava che la pressione di esercizio OP è pari a:

$$OP = PN \cdot c$$

6. ***Resistenza alla pressione esterna.*** Se durante l'esercizio la tubazione è soggetta ad una pressione esterna Pe maggiore della pressione interna Pi si generano all'interno della parete sollecitazioni di compressione che tendono ad destabilizzarla. E' opportuno pertanto effettuare una verifica all'instabilità elastica controllando che la differenza di pressione applicata non sia maggiore della differenza massima ammissibile.
7. Quest'ultima è data dal rapporto tra la pressione critica ed un coefficiente di sicurezza pari a 2 che tiene conto del fatto che la tubazione non è perfettamente circolare:

$$P_{cr} = \frac{2E}{1 - \nu^2}\left(\frac{e}{D_m}\right)^3$$

dove:

- P_{cr} = pressione critica;
- E = modulo elastico
- v = modulo di Poisson pari a 0,4;
- e = spessore del tubo;
- D_m = diametro medio della tubazione;

8. Dovranno pertanto essere rispettate le condizioni:

$$P \leq P_{cr} \quad \sigma \leq \sigma_{cr}$$

9. ***Relazioni tra PN, MRS, S e SDR.*** Tipici esempi delle relazioni tra PN, MRS (tensione circonferenziale che assicura una durata di 50 anni a 20 °C), S ed SDR (rapporto tra il diametro e lo spessore), basate sulla formula:

$$\sigma_s = \frac{[MRS]}{C}$$

sono dati nel prospetto seguente, in cui C (coeff. di sicurezza) = 1,25.

Relazioni tra la pressione nominale PN, lo sforzo di progetto S e le serie S/SDR sono rappresentate dalle seguenti equazioni:

$$[PN] = \frac{10\,\sigma S}{[S]} \quad \text{o} \quad [PN] = \frac{20\,\sigma S}{[SDR] - 1}$$

SDR	S	Pressione nominale PN, in bar per la classe di materiale			
		PE 40	PE 63	PE 80	PE 100
41	20	-	2,5	3,2	4
33	16	-	3,2	4	5
27,6	13,3	-	-	-	6
26	12,5	2,5	4	5	-
22	10,5	-	-	6	-
21	10	3,2	5	-	8
17,6	8,3	-	6	-	-
17	8	4	-	8	10
13,6	6,3	5	8	10	12,5
11	5	-	10	12,5	16
9	4	8	-	16	20
7,4	3,2	10	-	20	25

Esempi della relazione tra PN, MRS, S ed SDR a 20 °C con il valore di C = 1,25

NOTA: Se è richiesto un diverso fattore "C" i valori di PN sopra riportati, necessitano di esser ricalcolati in base allo sforzo di progetto impiegato per ciascuna classe di materiale. Un valore più alto di "C" può anche essere ottenuto scegliendo una classe più alta di PN.

5.21 Giunzioni

1. ***Generalità.*** Sono possibili i seguenti tipi di giunzioni:

   - giunzioni meccaniche realizzate con **raccordi a compressione** (plastici o metallici), anche con una estremità flangiata per piccoli diametri, generalmente fino a 110 mm;

- giunzioni con **raccordi elettrosaldabili** generalmente per diametri fino a 355 mm;
- giunzioni con elementi termici per contatto (**saldatura testa a testa**) per tubi e per raccordi "formati".

2. ***Giunzioni meccaniche.*** Le giunzioni meccaniche, impiegate negli allacciamenti di utenza ed in generale nei piccoli diametri, sono realizzate normalmente con raccordi in polipropilene o polietilene, sia nel caso dell'unione di tubi di PE tra loro che nel caso di unione di tubi di PE con tubi di altri materiali.
3. I raccordi per la realizzazione delle giunzioni meccaniche sono indicati nel capitolo, di seguito riportato, del presente disciplinare.
4. Le attrezzature necessarie alla realizzazione delle giunzioni meccaniche sono indicate nel capitolo successivo a quello dei raccordi. Per il loro uso bisogna attenersi scrupolosamente alle istruzioni fornite dal fabbricante.
5. Nella giunzione meccanica per mezzo di raccordi filettati:

nel caso di unione tra loro di raccordi in materiale termoplastico (polipropilene), per la guarnitura sul filetto maschio è assolutamente vietato l'uso della canapa**,** della vernice o della biacca; il solo materiale ammesso è il nastro in politetrafluoroetilene PTFE (teflon);

- anche nel caso di unione di raccordi con filetto plastico e di raccordi con filetto metallico, si dovrà sempre usare sul filetto maschio il nastro in PTFE.

6. Nella giunzione meccanica flangiata occorre utilizzare una chiave dinamometrica per regolare il serraggio dei dadi e bulloni, al fine di prevenire danneggiamenti alle cartelle in polietilene e/o polipropilene.
7. La forza con la quale si dovranno serrare i bulloni è in funzione delle caratteristiche costruttive dei raccordi flangiati, con valori di coppia di serraggio comunicati dal fornitore dei raccordi.
8. Nelle operazioni di montaggio, per il serraggio della ghiera del raccordo termoplastico ed allo scopo di ottenere una tenuta meccanica adeguata e idonea solamente a prevenire lo sfilamento del tubo dal raccordo, si dovranno usare le apposite chiavi di serraggio previste dal produttore dei raccordi.
9. ***Giunzioni saldate.*** La giunzione per saldatura deve essere sempre eseguita da personale qualificato, in ambiente atmosferico tranquillo (assenza di precipitazioni, di vento, di eccessiva polverosità), con apparecchiature tali da garantire la costanza nel tempo dei valori di temperatura e di pressione.
10. Per la realizzazione di giunzioni saldate tra tubi in polietilene si possono usare:

- giunzioni mediante raccordi elettrosaldabili;
- giunzioni mediante elementi termici per contatto (testa a testa).

11. Le prese di derivazione e gli stacchi si ottengono con collari elettrosaldabili.
12. La saldatura sarà eseguita esclusivamente con tubo perfettamente asciutto, con raccordi e attrezzature appositamente destinate allo scopo, secondo le indicazioni riportate nel presente disciplinare.
13. La zona destinata alla saldatura non appena sia stata preparata, ossia spianata con la fresa (saldatura testa a testa) o raschiata (saldatura per elettrofusione), non dovrà più essere toccata con le mani e non deve venire a contatto con sostanze e/o materiali che potrebbero inquinare la saldatura.
14. I corretti procedimenti di saldatura sono indicati nelle norme UNI 10520 e UNI 10521 e devono essere rigorosamente rispettati.
15. Per le tubazioni in PE100 in particolare, si deve rispettare il processo di giunzione definito nella norma WIS 4-32-08, che informa sui corretti parametri e relativo processo di saldatura nel caso di utilizzo di tubazioni prodotte con le più moderne resine di polietilene.

16. Gli operatori, destinati alla realizzazione delle saldature, dovranno essere professionalmente qualificati sui metodi d'esecuzione delle saldature e sull'uso e gestione delle attrezzature destinate alla saldatura. Allo scopo gli operatori, in conformità alla norma UNI 9737, dovranno possedere la qualifica PE-2-D per le giunzioni saldate testa a testa e la qualifica PE-3 per le giunzioni con raccordi elettrosaldabili; la Direzione dei Lavori dovrà acquisire, prima dell'inizio delle attività, i certificati di qualificazione dei saldatori impiegati dall'Impresa.
17. Quando si adopera la tecnica della giunzione testa a testa, il responsabile di cantiere deve assicurarsi che l'attrezzatura impiegata sia sottoposta a regolare manutenzione con particolare riferimento alla lettura dei parametri della temperatura del termoelemento e del valore delle pressioni di saldatura.
18. Il termoelemento, inoltre, deve essere mantenuto pulito e la fresa deve essere nelle condizioni di asportare la quantità prevista di polietilene dalla testa dei tubi. Per la pulizia del termoelemento e della fresa devono essere prese tutte le precauzioni possibili per prevenire danni a persone.
19. Tutte le attrezzature dovranno essere soggette ad un programma di manutenzione in conformità alle prescrizioni della norma UNI 10565.
20. Quando si adopera la tecnica della giunzione per elettrofusione, il responsabile di cantiere deve assicurarsi che l'attrezzatura impiegata sia sottoposta a regolare manutenzione.
21. Tutte le attrezzature dovranno essere soggette ad un programma di manutenzione in conformità alle prescrizioni della norma UNI 10566.
22. Quando le saldatrici sono sottoposte a revisione, la conformità ai requisiti delle rispettive norme di prodotto deve essere certificata per mezzo di un attestato firmato dal responsabile dei collaudi e dal legale rappresentante dell'ente che ha effettuato la revisione. Copia dell'attestato di verifica in corso di validità deve essere consegnata alla Direzione Lavori.
23. Le attrezzature che non hanno i requisiti minimi necessari a garantire la qualità dei giunti devono essere allontanate dai cantieri.
24. ***Saldatura per elettrofusione.*** Nella realizzazione di opere per la distribuzione di acqua potabile o da potabilizzare potranno essere impiegati solamente raccordi costruiti in conformità a requisiti espressi nel presente disciplinare.
25. La saldatura deve essere realizzata collegando ad un generatore (minimo 5 KVA di potenza) una saldatrice costruita in conformità alla norma di prodotto UNI 10566.
    Si dovrà utilizzare anche la seguente attrezzatura ausiliaria:

    - tagliatubi, per tagliare i tubi in modo ortogonale al proprio asse;
    - raschiatori, per eliminare lo strato ossidato di polietilene dalla superficie dei tubi;
    - allineatori a quattro ganasce, per mantenere allineati i tubi durante la saldatura;
    - posizionatori, per mantenere fisse le selle di presa durante le operazioni di saldatura.

26. ***Saldatura di manicotti:***

    - I raccordi saranno prelevati dai loro sacchetti di protezione solo al momento dell'uso.
    - Si dovrà evitare di contaminare la superficie interna dei raccordi, ove sono presenti le spire elettriche, con qualsivoglia materiale, liquido o grasso.
    - Prima di iniziare con la preparazione delle estremità, si devono pulire le superfici interne ed esterne dei tubi, secondo quanto previsto nella procedura riportata nella norma UNI 10521.
    - Le teste dei tubi da unire, devono essere sempre tagliate in maniera ortogonale rispetto al loro asse.

27. Esperienze diffuse dimostrano che la maggior parte dei fallimenti delle saldature sono dovute ad un taglio dei tubi irregolare.
    - Pioggia e acqua che possono essere presenti nello scavo devono essere eliminate nel corso dell'operazione di saldatura (nel caso della pioggia si può utilizzare allo scopo una protezione sotto la quale svolgere il ciclo di saldatura).
    - Raschiare il tubo nella zona della saldatura come previsto nella norma UNI 10521. Se l'operazione di raschiatura è effettuata all'interno dello scavo si dovrà utilizzare uno specchio per controllare l'efficacia dell'operazione svolta sulla parte inferiore del tubo.
28. Qualora non si raschi il tubo, la saldatura non potrà aver luogo.
    - Terminata l'operazione di raschiatura, le estremità interessate dalla saldatura devono essere ripulite seguendo le modalità indicate nella norma UNI 10521.
    - Marcare la profondità di inserimento come previsto nella norma UNI 10521.
    - Inserire i tubi nel raccordo in modo da garantire la coassialità dei tubi da saldare; a tal scopo devono essere impiegati gli appositi collari allineatori a quattro ganasce.
    - È preferibile che i connettori di collegamento siano rivolti verso l'alto.
    - Collegare i terminali dei cavi della saldatrice con i terminali dei raccordi.
    - Avviare il generatore e dopo collegarvi la saldatrice.
    - Verificare che il tempo di saldatura indicato dal raccordo corrisponda con quanto indicato dal display della saldatrice.
    - Quando la saldatrice indica che il tempo di saldatura è stato rispettato, la superficie del raccordo deve essere tiepida e con il passare del tempo deve diventare molto calda.
    - Controllare la corretta fuoriuscita degli indicatori di fusione.
    - Scollegare i terminali della saldatrice dai terminali dei raccordi.
    - Prima di rimuovere i collari allineatori deve trascorrere il tempo di raffreddamento indicato sul raccordo.
    - Nel caso il tempo di saldatura non sia stato rispettato interamente, il responsabile di cantiere deve personalmente supervisionare un secondo ciclo di saldatura che deve essere svolto seguendo i punti da j) a p) compreso. La superficie del raccordo deve ritornare a temperatura ambiente prima di iniziare a svolgere il secondo ciclo di saldatura.
29. ***Saldatura per elementi termici da contatto.*** Il termoelemento deve essere impostato sulla corretta temperatura di fusione in funzione del tipo di materiale scelto nella realizzazione dei tubi.
30. Il responsabile di cantiere deve assicurarsi, per mezzo di un termometro digitale, della corretta temperatura del termoelemento controllandolo ogni qualvolta iniziano i lavori previsti di saldatura nella giornata; deve, inoltre, controllare che:
    - le facce del termoelemento non siano danneggiate;
    - lo strato di materiale antiaderente del termoelemento sia costante e non siano presenti zone prive di detto strato;
    - il termometro indicante la temperatura non sia danneggiato;
    - il termostato sia correttamente funzionante e che intervenga per evitare che il termoelemento possa raggiungere una temperatura che danneggi irrimediabilmente i tubi;
    - i cavi elettrici non siano danneggiati;
    - i cilindri di spinta del corpo macchina non presentino tracce di ruggine o danneggiamenti;

- il corpo macchina non sia distorto.

31. Se uno di questi controlli fornisce un risultato non soddisfacente, la saldatura non deve essere eseguita.
32. Il termoelemento deve essere mantenuto pulito e libero da polvere o tracce di polietilene fuso.
33. Elementi che possono contaminare la saldatura quali, fango, terra, o altri detriti che si possono trovare nello scavo, devono essere rimossi immediatamente per mezzo di un lavaggio con acqua.
34. Nel corso di questa operazione il termolemeneto non deve essere collegato alla sorgente di energia.
35. Le tracce di PE fuso devono essere rimosse usando un pezzo di legno; ciò non danneggia il termoelemento.
36. Se il termoelemento non può esser pulito con questo metodo, il responsabile di cantiere provvederà alla sua sostituzione con altro termoelemento idoneo.
37. Per proteggere da pioggia o da vento la zona ove verrà eseguita la saldatura, il responsabile di cantiere deve provvedere affinché sia disponibile un apposito riparo mobile sotto il quale si potrà saldare.
38. Prima del primo giunto della giornata e dopo la pulizia del termoelemento, si deve preparare una saldatura fino al compimento della fase 1 descritta nella norma UNI 10520.
39. Non si deve procedere oltre; bisogna attendere il raffreddamento della zona riscaldata e dopo provvedere alla sua rimozione dalle tubazioni.
40. Alla fine di questa operazione la normale procedura di saldatura potrà essere ripresa e continuata.
41. La fresa della macchina saldatrice deve essere mantenuta in ordine e pulita.
42. Il saldatore, per ogni saldatura effettuata, provvederà a riportarne i dati esecutivi sull'apposito verbale di saldatura.
43. Il verbale di saldatura, redatto in ogni sua parte, sarà consegnato a fine lavori al Direttore dei Lavori.
44. ***Saldatrici ad elementi termici per contatto.*** Le macchine saldatrici ad elementi termici per contatto (testa a testa) devono possedere i seguenti requisiti:

    - essere in grado di saldare tubi in barra o in rotoli;
    - devono essere conformi alla norma UNI 10565.
    - ogni tubo deve poter essere posizionato all'interno della macchina azionando non più di due ganasce per tubo; tali ganasce devono essere intercambiabili all'interno della medesima macchina;
    - devono essere progettate e costruite in maniera tale da soddisfare tutte le esigenze legislative vigenti in materia di sicurezza sul lavoro;
    - devono essere in grado di saldare i tubi prodotti con le più recenti resine di polietilene;
    - devono essere dotate di un sistema, preferibilmente automatico, di riduzione della pressione di saldatura ad un terzo del valore di 0,15 n/mm2 dopo i primi 10 secondi;
    - devono poter eseguire saldature con una temperatura ambiente compresa tra i -5° e i +40° C e su tubi con lo spessore di parete definito nel prospetto 2 della norma UNI EN 12201-2;
    - i requisiti devono essere mantenuti per tutto il tempo di durata dei lavori; a questo scopo, le saldatrici devono essere assoggettate al programma di manutenzione prescritto dal produttore;
    - devono lavorare con una tensione in ingresso massima pari a 220 ± 10% Volts. Tutti i componenti devono essere protetti contro il rischio di elettrocuzione da parte degli operatori, pertanto la macchina saldatrice deve essere dotata di interruttore differenziale del tipo salvavita e di presa di terra;
    - le prestazioni delle macchine saldatrici e le sicurezze elettriche e meccaniche, non devono subire dei cali se

queste si trovano a lavorare in ambienti soggetti a cattive condizioni atmosferiche;

- tutte le saldatrici devono essere marcate dal produttore con numeri di serie e il logo caratteristico. Il produttore deve fornire le macchine saldatrici provviste di libretto di istruzione d'uso e scheda di manutenzione programmata. E' essenziale che le istruzioni relative alla giunzione dei tubi contengano una tavola che rappresenti le pressioni di saldatura da applicare in funzione del diametro, del SDR e tipo di polietilene con il quale il tubo è stato prodotto.

45. Devono essere garantite, inoltre, le seguenti prestazioni:

- il corpo macchina (ove sono presenti i pistoni oleodinamici) deve fornire una rigidità sufficiente per poter compiere con successo le saldature senza che si renda necessario l'aggiunta di altri pezzi;
- la macchina deve essere costruita in modo da alloggiare facilmente e con sicurezza i propri accessori, termoelemento e fresa, quando questi sono in azione. Inoltre deve essere dotata di ricoveri per proteggere gli stessi quando non sono in uso;
- il sistema di bloccaggio dei tubi all'interno del corpo macchina deve garantire una sufficiente forza di frizione sui tubi tale da contrastare la forza di spinta dei cilindri idraulici, calcolata per il tubo di maggior diametro e maggior spessore saldabile.
- la saldatrice deve essere capace di mantenere inalterata la forza idraulica all'interno del proprio circuito per tutto il tempo necessario allo svolgimento del ciclo di saldatura;
- i connettori idraulici devono essere del tipo ANSI (NFPA) T3.20.15;
- la fresa deve essere in grado di assicurare il suo funzionamento su tutta la gamma dei diametri dei tubi per la quale la saldatrice è stata progettata per funzionare. L'attrezzo deve permettere la rimozione di uno strato uniforme di polietilene dalle teste dei tubi. Il truciolo di fresatura ricavato deve essere asportato verso l'esterno dal movimento delle lame della fresa, in modo che l'operatore possa controllare il procedimento di fresatura;
- la fresa deve operare in posizione verticale, garantendo l'ortogonalità della sua azione rispetto agli assi dei tubi. Non deve funzionare se non collocata nella giusta posizione dall'operatore;
- il termoelemento deve essere in grado di assicurare il suo funzionamento su tutta la gamma dei diametri e degli SDR dei tubi per la quale la saldatrice è stata progettata per funzionare. Deve avere le due superfici piane con una variazione massima di spessore contenuta entro 0,2 mm. Non deve avere cavità o viti all'interno dell'area di lavoro;
- il termostato deve essere collocato in una posizione di facile accesso per l'operatore. Deve garantire il raggiungimento e il mantenimento della temperatura impostata (per le nuove resine la temperatura del termoelemento deve essere 230° -5°+10° C) in tutte le condizioni ambientali per le quali è previsto il funzionamento della saldatrice (-5° + 40° C);
- la saldatrice deve essere provvista di un sistema di segnalazione acustico-visivo che segnali agli operatori il movimento, sia in modo manuale che in modo automatico, di parti elettro- idrauliche per tutta la durata del ciclo di saldatura.

46. ***Scheda di manutenzione.*** L'impresa che esegue le operazioni di saldatura deve fornire al Committente, per ogni macchina saldatrice, una scheda di manutenzione che ne attesti la conformità ai presenti requisiti e a quanto richiesto al punto 8 della norma UNI 10565.

47. ***Saldatrici per elettrofusione.*** Le saldatrici per elettrofusione devono essere in grado di saldare i raccordi definiti nel paragrafo "raccordi elettrosaldabili" del presente capitolato.

48. Devono essere costruite in conformità alla norma UNI 10566 e possedere i seguenti requisiti:

- devono essere progettate e costruite in maniera tale da soddisfare tutte le esigenze legislative vigenti in materia di sicurezza sul lavoro; a tal proposito si stabilisce che la massima tensione applicabile ai terminali della saldatrice collegabili ai terminali dei raccordi non potrà superare il valore di 40 Volts;
- devono essere in grado di lavorare e di garantire il risultato positivo della saldatura, in un campo di temperatura ambiente compreso tra i -5° e i +40°C, indipendentemente dai valori letti dalla sonda ambiente di cui possono essere dotate;
- devono lavorare con una tensione in ingresso massima pari a 220 ± 10 Volts; devono, inoltre, essere dotate di un sistema di isolamento tale da garantire gli operatori contro il rischio di elettrocuzione; per questo scopo il corpo macchina, ossia il contenitore del trasformatore primario, deve essere di metallo provvisto di doppio sistema di messa a terra;
- le prestazioni delle saldatrici, le sicurezze elettriche ed elettroniche, non devono subire dei cali se queste si troveranno a lavorare in ambienti soggetti a cattive condizioni atmosferiche;
- devono essere marcate dal produttore con numeri di serie e il logo caratteristico. Il produttore dovrà fornire le macchine saldatrici provviste di libretto di istruzione d'uso in italiano. Ad ogni macchina saldatrice deve essere allegata una tavola (in carta plastificata) che rappresenti il corretto processo di saldatura come è previsto nella norma UNI 10521.

49. Sono, inoltre, richieste le seguenti caratteristiche prestazionali:

- la macchina saldatrice deve essere protetta contro gli urti esterni o da una struttura tubolare o da una equivalente;
- il peso totale della saldatrice deve essere inferiore a 25 Kg. in modo da essere trasportabile da parte di un operatore singolo;
- deve essere dotata di un display che consenta all'operatore una facile lettura dei parametri di saldatura sia con la macchina posizionata all'interno che all'esterno dello scavo;
- deve essere dotata di un interruttore generale per lo spegnimento quando non in servizio;
- la saldatrice deve essere dotata di un sistema acustico che avvisi gli operatori di qualsiasi anomalia intervenga durante il ciclo di saldatura.

50. ***Attrezzature ausiliarie per la saldatura testa a testa.*** Per ogni macchina saldatrice per elementi termici per contatto (testa a testa) devono essere presenti ed utilizzate le seguenti attrezzature ausiliarie:
- rulli reggitubi, per facilitare le operazioni di saldatura ed evitare eccessive forze di trascinamento che potrebbero influire negativamente sulla saldatura, devono essere registrabili in altezza;
- tagliatubi, che permettano il taglio in squadra delle teste dei tubi; possono essere del tipo a rotella, a ghigliottina oppure a sega dotata di guide per il taglio ortogonale;
- sistema di protezione che metta la saldatura al riparo dagli eccessi atmosferici quali, bassa temperatura, vento, pioggia, irraggiamento solare, ecc.;
- tagliacordolo, per effettuare l'ispezione visiva della saldatura;
- generatore elettrico, per fornire l'energia necessaria alla saldatrice.

51. ***Attrezzature ausiliarie per la saldatura ad elettrofusione.*** Per ogni macchina saldatrice ad elettrofusione

devono essere presenti ed utilizzate le seguenti attrezzature ausiliarie:

- tagliatubi, che permettano il taglio in squadra delle teste dei tubi, possono essere del tipo a rotella, a ghigliottina oppure una sega dotata di guide per il taglio ortogonale
- collari allineatori a quattro ganasce metalliche, per garantire il corretto allineamento dei tubi all'interno dei raccordi, per tutti i DN;
- (per tubi con diametri maggiori o uguali a 200 mm è possibile usare allineatori con sistema di bloccaggio a cinghia);
- raschiatori di tipo manuale per raschiare tubi fino al diametro 75 mm compreso, di tipo meccanico per tutti gli altri diametri ed SDR
- detergente per la pulizia delle zone raschiate dei tubi, a base di alcool isopropilico o normal- esano
- pennarello di vernice indelebile
- chiave per fresa.

52. I collari allineatori devono essere interamente realizzati in metallo ed essere provvisti di un involucro di protezione per l'imballaggio ed il trasporto.
53. L'allineatore per tubi di piccolo diametro (fino a 63 mm) è composto da due bracci in metallo di sezione quadra e uniti per mezzo di un sistema snodato che consente l'allineamento di tubi in linea, o con un angolo di 45° oppure di 90° tra loro.
54. Sui bracci in metallo sono libere di scorrere, una volta sbloccate, quattro morse metalliche.
55. Queste ultime per mezzo di un sistema di bloccaggio comandato da una vite senza fine consentono l'allineamento dei tubi e/o raccordi da saldare.
56. L'allineatore per tubi e/o raccordi di diametro medio (da 63 a 180 mm) è composto da due travi in metallo di sezione quadra nelle quali è ricavata una scanalatura per il fissaggio dei doppi collari metallici per l'allineamento per ogni estremità; le due travi sono unite per mezzo di particolari raccordi metallici che consentono l'esecuzione di giunzioni di tubi in linea, a 45° oppure a 90°.
57. I collari consentono il bloccaggio di tubi di diverso diametro grazie all'assemblaggio di riduzioni metallo-plastiche.
58. I collari devono poter avere la possibilità di essere posizionati sulla rispettiva parte di trave in maniera angolata rispetto all'asse della trave stessa, cosicché risulta possibile ottenere degli angoli, tra due collari, di 45° e 90°.
59. L'allineatore per tubi di grande diametro (dal 200 al 400) è composto da una trave a sezione quadra in metallo sulla quale sono liberi di scorrere due telai, anch'essi in metallo, realizzati in modo da poter ospitare e bloccare i tubi per mezzo di un sistema a cinghia.
60. Un terzo telaio permette l'alloggiamento di tubi e/o raccordi per la realizzazione di tees. Quest'ultimo telaio deve essere completo di due piastre in metallo che consentono la giunzione di diametri ridotti rispetto alla linea principale.
61. I raschiatori per tubi in polietilene devono essere dotati di una lama fissa per l'asportazione dello strato di polietilene ossidato dalla superficie dei tubi.
62. Possono essere:
    - raschiatori "manuali" - rientrano in questa categoria i raschiatori che asportano una quantità di polietilene non determinabile poiché, in funzione della forza dell'operatore, la lama penetra nella superficie del tubo; con questi tipi di raschiatori si può lavorare solamente su tubi di piccolo diametro, più precisamente da 20 a 75 mm.

- raschiatori "meccanici" - sono dotati di un sistema automatico che permette la rimozione dello strato di polietilene secondo una quantità predeterminata e conforme a quanto previsto nella norma UNI 10521. Sono costruiti in metallo e si compongono di:
  a) un corpo centrale in metallo per posizionare l'asse filettato, che permette la rotazione e il movimento dell'attrezzo tagliente, in corrispondenza dell'asse del tubo;
  b) un braccio per la trasmissione del movimento di rotazione dell'asse filettato all'attrezzo tagliente;
  c) un sistema a cremagliera per poter determinare la forza con la quale la lama tagliente deve operare sulla superficie del tubo;
  d) un braccio a sbalzo, attaccato al braccio di trasmissione, sul quale, da un lato è attaccato il sistema dotato di precarica a molla che serve a far lavorare il tagliente, dall'altro lato una manopola per consentire all'operatore di far ruotare il tagliente attorno al tubo da raschiare;
  e) un attrezzo a lama tagliente dotato di un sistema di guida tale da permettere una penetrazione della lama nel tubo di polietilene costante e continua per tutta la durata dell'operazione.

5.22 Raccordi

1. ***Raccordi a compressione.*** *Tipi di raccordi:* I raccordi a compressione utilizzati per effettuare le giunzioni meccaniche devono essere idonei per congiungere tubi di polietilene tra di loro e con tubi di altri materiali, anche metallici. Le operazioni di giunzione devono poter avvenire senza il cambio di parti interne dei raccordi.
2. I raccordi devono unire, garantendo la tenuta idraulica, tubi di PE con pressione nominale massima di 16 bar.
3. Devono essere dichiarati PN 16 dal produttore, in conformità alla norma UNI 9561. I raccordi da utilizzare per giunzioni miste (tra tubi di PE e tubi metallici) devono essere dichiarati PN 10 dal produttore.
4. Le figure più ricorrenti sono: manicotti, gomiti a 90° e 45°, tee a 90° e 45°, raccordi maschi e femmine, gomiti a 90° con derivazioni filettate maschie e femmine, raccordi con flange metalliche, raccordi di transizione in ottone, staffe di presa in carico con uscita a compressione, filettata flangiata.
5. *Materie prime utilizzate nella fabbricazione dei raccordi.* Nella fabbricazione dei raccordi a compressione termoplastici si deve usare il copolimero di polipropilene per la ghiera e il corpo, la resina poliacetale bianca (omopolimero e copolimero) per gli anelli di aggraffaggio sul tubo, la gomma nitrilica NBR per gli anelli di tenuta O-Rings e per le guarnizioni, in conformità alle prescrizioni del Ministero della Sanità per quanto riguarda le sostanze destinate a venire a contatto con acqua potabile o da potabilizzare.

Nessun additivo potrà essere aggiunto alla resina dal fabbricante dei raccordi all'atto della lavorazione, oltre a quelli previsti dal produttore della resina stessa.

6. Di norma non si devono impiegare materiali di riciclo.
7. Sarà possibile impiegare materiale di riciclo solamente sotto la supervisione dell'Ufficio Assicurazione della Qualità del fabbricante e comunque la committenza deve esserne informata in anticipo in forma scritta. L'uso del materiale di riciclo in produzione potrà avvenire solamente se risultano soddisfatte le seguenti condizioni:
   - quando la fabbrica garantisce l'utilizzo del solo materiale precedentemente scartato in fase di iniezione;
   - quando il suddetto materiale è raccolto, selezionato, rigranulato da un apposito apparecchio;
   - quando l'inserimento nel processo di iniezione del materiale di riciclo è regolato da una valvola proporzionale;
   - quando il materiale di riciclo non viene assolutamente a contatto con agenti inquinanti (per esempio manipolazioni manuali, ecc.).

8. La materia prima dovrà essere controllata e verificata prima del suo impiego in produzione.
9. Il fabbricante dei raccordi dovrà eseguire l'analisi del MFI (Melt Flow Index) e dovrà essere in grado di dimostrare l'esistenza di un metodo interno di controllo che permetta di garantire il rispetto del valore di MFI prescritto dalle specifiche reologiche del produttore della materia prima.

Requisiti prestazionali - Prove tipo Collaudo sulla materia prima

10. Questo collaudo è realizzato su un tubo prodotti con il metodo ad iniezione, sulla base di quanto previsto nella norma DIN 8076.3 punto 5.2.1.1:

Norma di riferimento	Hoop stress [N/mm^2]	Temperatura [°C]	Tempo [hr]
DIN 8076.3 Tabella 2 Punto 5.2.1.1	2,6	95	1000

$$P_{test} = \sigma_T \frac{2s}{(d-s)}$$

Dove:

- Ptest = pressione di collaudo in bar, con:
- T= tensione di lavoro in N/mm^2;
- s = spessore della parete del tubo;
- d = diametro esterno del tubo in mm.

Resistenza alla pressione interna (a breve ed a lungo termine) dei raccordi assemblati

Norma	Tipo	Pressione [bar]	Temperatura [°C]	Tempo [hr]
UNI 9561, prospetto XIII, punto 4	Comportamento a lungo termine	3 x PN (*)	20	1

(*) PN=16 in accordo con la norma UNI 9561

Resistenza alla pressione interna dei corpi dei raccordi

Norma	Pressione [bar]	Temperatura [°C]	Tempo [hr]
DIN 8076.3, tabella 3, punto 5.2.1.2	0,52 x PN (*)	95	1000
DIN 8076.3	3,2 X PN	20	1

(*) PN=16 in accordo con la norma UNI 9561

Resistenza allo sfilamento in conformità alla norma ISO 3501

Si calcola mediante la seguente formula:

$$F = 1.5\ \pi\ \sigma_T\ (d_e^2 - d^2)/4$$

Dove

F = forza di collaudo in N (a 23°C), con:

- T = tensione di lavoro ammissibile per tubi in Mpa;
- d_e = diametro esterno del tubo (nominale, non misurato) in mm;
- d = diametro interno del tubo (misurato) in mm.

Resistenza alla pressione interna dei raccordi inseriti su tubi sottoposti a curvatura

Norma	per tubi PN10 [raggio]	per tubi > PN10 [raggio]	Temperatura [°C]	Pressione [bar]	Tempo [hr]
UNI 9561 Prospetto XIII punto 7	R = 15 d	R = 20 d	20	3 x PN	1

Resistenza alla pressione esterna

Norma	**Pressione [bar]**	**Temperatura [°C]**	**tempo [hr]**
UNI 9561 Prospetto XIII, punto 6	0,1	20	1
UNI 9561 Prospetto XIII, punto 6	0,8	20	1

11. *Collaudi dimensionali.* Conformi alla norma UNI ISO 10226 ed alla tabella XII della norma UNI 9561. Inoltre devono risultare conformi a quanto riportato nelle procedure interne del fabbricante.

Collaudi periodici

Resistenza alla pressione interna (a breve ed a lungo termine) dei raccordi assemblati

Norma	**Tipo**	**Pressione [bar]**	**Temperatura [°C]**	**Tempo [hr]**
UNI 9561 Prospetto XIII, punto 4	Comportamento a breve	3 x PN (*)	20	1

(*) PN=16 in accordo con la norma UNI 9561

Resistenza allo sfilamento secondo la norma UNI 9561-prospetto XIII-punto 5

Si calcola mediante la seguente formula:

$$F = 1.5\ \pi\ \sigma_T\ (d_e^2 - d^2)/4$$

Dove

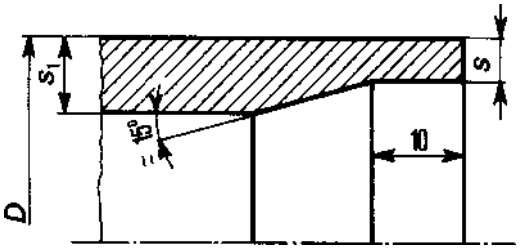
F = forza di collaudo in N (a 23°C), con:

- T = tensione di lavoro ammissibile per tubi in Mpa;
- d_e = diametro esterno del tubo (nominale, non misurato) in mm;
- d = diametro interno del tubo (misurato) in mm.

12. *Collaudi dimensionali - Collaudi visivi - Crush test - Collaudo della omogeneità del prodotto.*

Devono essere in accordo con il programma interno di verifica della qualità del fabbricante.

13. *Controllo statistico. Requisiti prestazionali - Prove di tipo.* Il fabbricante deve garantire per ognuno dei collaudi citati un campionamento su tre esemplari.
14. Non devono essere rilevati fallimenti nei collaudi: solo con il rispetto di questa condizione il Committente ammetterà i prodotti all'impiego.
15. Collaudi periodici. Il fabbricante deve dimostrare di avere e di rispettare un piano interno di campionamento per questi collaudi.
16. *Altri requisiti generali.* I raccordi devono garantire la tenuta idraulica alla pressione interna di esercizio, indipendentemente dall'azione meccanica svolta tra tubo e anello di aggraffaggio.
17. La guarnizione di tenuta idraulica, all'interno del raccordo, è alloggiata in una apposita sede ricavata nel corpo del raccordo.
18. I raccordi, almeno nei diametri fino a 110 mm devono permettere l'inserimento del tubo senza che avvenga lo smontaggio completo della ghiera. Inoltre, tutti i raccordi devono essere realizzati in maniera tale da garantire un loro facile smontaggio dall'impianto e il loro successivo riutilizzo senza che avvengano cali di prestazioni idrauliche e meccaniche.
19. I manicotti devono essere provvisti di fermo centrale di battuta che permetta di controllare l'arresto del tubo entro il bicchiere.
20. *Marchio di conformità.* Il fabbricante deve possedere la concessione all'uso del marchio che attesti la conformità dei raccordi ai requisiti della norma UNI 9561, rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici o da altro Organismo accreditato secondo le suddette norme UNI CEI EN 17065 e UNI CEI EN ISO/IEC 17020.
21. ***Raccordi formati (o segmentati).*** *Generalità.* I raccordi ottenuti mediante saldatura tra loro di elementi di tubo fino al raggiungimento della forma desiderata, per essere accettati devono essere prodotti secondo i criteri generali descritti precedentemente della raccomandazione di posa n° 10 del maggio 1999 "Installazione di acquedotti di PE" dell'I.I.P.
22. I tubi utilizzati per prelevare i segmenti necessari per formare i raccordi devono essere in tutto conformi a quanto prescritto nel presente documento.
23. *Giunzione di raccordi formati con tubi.* La giunzione può essere realizzata con i metodi descritti nel capitolo "giunzioni" del presente disciplinare, con l'avvertenza che nella tecnica testa a testa, per poter ottenere uno spessore di parete del raccordo uguale a quella del tubo sul quale deve essere unito, occorre che l'interno del raccordo sia rastremato per una profondità di 10 mm, come indicato nella seguente figura, in cui s è lo spessore del tubo, s1 è lo spessore del raccordo e D è il diametro esterno del tubo:



24. ***Raccordi elettrosaldabili.*** *Generalità.* I raccordi elettrosaldabili in PE devono soddisfare i requisiti del presente documento allo scopo di garantire la qualità dei prodotti acquistati da Committenza, secondo i

riferimenti alle norme di prodotto nazionali e internazionali.

25. I produttori devono attenersi a quanto prescritto e devono essere in grado di dimostrare il soddisfacimento dei requisiti prescritti.
26. *Tipi di raccordi.* I raccordi devono essere prodotti con il processo di stampaggio per iniezione. Devono garantire la saldatura tra tubi di polietilene PE100 PN16.
27. Le figure ed i diametri più ricorrenti sono:
    - manicotti, fino al DN 355;
    - gomiti a 90°- 45°- 22,5°, fino al DN 180;
    - tee a 90°, fino ai DN 180x180x180;
28. *Materia prima utilizzata nella fabbricazione dei raccordi.* Tutti i raccordi elettrosaldabili devono essere prodotti con polietilene di classe PE100, in conformità a tutte le prescrizioni indicate per i tubi nel presente documento.
29. In particolare, si ribadisce che nessun additivo potrà essere aggiunto alla resina dal fabbricante dei raccordi all'atto della lavorazione, oltre a quelli previsti dal produttore della resina stessa e che non potrà in alcun modo essere impiegato materiale di riciclo.
30. Il fabbricante dovrà monitorare le proprietà della materia prima da impiegare nella produzione dei raccordi prima del suo utilizzo; in particolare dovrà controllare almeno le seguenti proprietà:

Proprietà	**Metodo di controllo**
Melt Flow Index	UNI EN 12201-3 - prospetto 6
Tempo di induzione all'ossigeno nella zona di saldatura prima e dopo il processo di fabbricazione	UNI EN 12201-3 - prospetto 6
Densità	UNI EN 12201-1 - prospetto 1

31. I criteri di accettazione o di rifiuto della materia prima sono basati sulla conformità ai requisiti previsti dalla norma UNI EN 12201-3.
32. *Progettazione dei raccordi.* I raccordi dovranno essere progettati in conformità ai requisiti indicati dalle norme UNI 1555-3 e UNI EN 12201-3.
33. *Requisiti prestazionali - Prove di tipo.* I raccordi devono essere PN16. Un raccordo è rispondente a questo requisito di tipo quando supera il collaudo descritto nel metodo indicato nella norma UNI EN 1167.
34. I campioni devono essere preparati in conformità a tale norma ad una temperatura minima di collaudo di -10°C ed a una temperatura massima di +45°C.
35. La pressione da superare nel collaudo è calcolata come indicato nelle norme:
    - UNI ENI 1555 – prospetto V - punto 3;
    - UNI EN 12201-3 – prospetto 5; parametri per PE100.
36. I raccordi devono soddisfare i requisiti prescritti dalle norme UNI EN 12201-1, UNI EN 12201- 3 e UNI 7616.

Prova	**Temperatura °C**	**Durata h**	**Pressione di prova bar**
	80	170	0,6 PN

Prove di tipo	80	800	0,4 PN

37. *Determinazione della tolleranza della resistenza interna dei raccordi.* La tolleranza della resistenza del filamento posto all'interno del raccordo che permette il riscaldamento e la saldatura degli elementi tubo/raccordo, deve essere determinata in conformità a quanto previsto nella norma UNI EN 12201-3.
38. *Collaudi in produzione.* Il procedimento di controllo e collaudo del lotto produttivo deve essere svolto attraverso i seguenti passaggi.
39. *Resistenza alla pressione interna.* Il metodo di prova è specificato nella norma UNI EN 1167. I campioni devono essere preparati in conformità a tale norma ad una temperatura minima di collaudo di -10°C.
40. La prova di accettazione è effettuata secondo le prescrizioni indicate nelle norme UNI EN 12201-3 e UNI 7616: i raccordi vengono sottoposti per la durata di 1 ora ad una pressione pari a 3*PN, ad una temperatura pari a 20°C.
41. *Collaudo del valore della resistenza del filamento interno dei raccordi.* Ogni raccordo deve essere collaudato al fine di assicurare al Committente la continuità elettrica del filamento. Deve essere effettuato il collaudo del valore della resistenza elettrica del filamento interno del raccordo effettuato sul campionamento minimo determinato dal produttore.
42. *Collaudo visivo.* Ogni raccordo deve essere ispezionato visivamente nel suo aspetto generale.
43. *Collaudi dimensionali.* Devono essere svolti in accordo con il piano di campionamento interno del produttore.
44. *Caratteristiche fisiche.* I raccordi devono superare le prove indicate nel prospetto 6 della norma UNI EN 12201-3.
45. *Altri requisiti generali.* I raccordi devono essere saldabili su tubi PN 6; per quest'ultima pressione nominale valgono i limiti di saldabilità dichiarati dal produttore. La tensione di saldatura deve essere inferiore a 40 Volts nominali e il diametro degli spinotti di attacco deve essere di 4,7 mm.
46. Nei raccordi devono essere presenti le "zone fredde", sia all'imboccatura che al centro del raccordo.
47. Le spire della resistenza non devono interessare la zona del foro dei raccordi a "collare" o a "settore".
48. La superficie interna e quella esterna del raccordo, esaminate visivamente senza ingrandimenti, devono risultare lisce, uniformi ed esenti da fessurazioni, bolle, ammaccature, distorsioni ed altri difetti che potrebbero influenzare le sue caratteristiche funzionali.
49. Ogni raccordo dovrà essere contenuto in un involucro protettivo trasparente e termosigillato, innocuo per il prodotto, come richiesto dalla norma UNI 10521 punto 7.1.1.2.
50. Per ragioni di sicurezza operativa i raccordi, tutte le figure di tutti i diametri ad esse riferiti, devono essere in grado di funzionare con la medesima tensione di 39,5 Volts.
51. I manicotti devono essere provvisti di fermo centrale di battuta che permetta di controllare l'arresto del tubo entro il bicchiere. Il fermo deve essere facilmente asportabile per consentire la possibilità, una volta rimosso, di ottenere il manicotto di riparazione scorrevole sul tubo.
52. Le dimensioni e le tolleranze di accoppiamento devono essere conformi alla norma UNI EN 1555-3.
53. Le prese per derivazioni devono essere fornite complete di dadi, bulloni e quant'altro occorre al loro montaggio, in maniera da evitare smarrimenti di parti non preassemblate.
54. La larghezza delle loro zone di saldatura non deve essere inferiore a 20 mm misurati in senso radiale.
55. Durante l'operazione di foratura non si devono produrre trucioli o particelle metalliche e il fondello risultante dalla foratura del tubo deve essere trattenuto dal dispositivo del perforatore.
56. Le parti dei raccordi di transizione filettate in ottone devono essere realizzate con ottoni resistenti alla perdita

di zinco, compatibili per il contatto con acqua potabile o da potabilizzare.

57. Tutti i raccordi devono essere realizzati mediante il solo processo di stampaggio per iniezione, senza processi di lavorazioni meccaniche.
58. *Marchio di conformità.* Il fabbricante deve possedere la concessione all'uso del marchio che attesti la conformità dei raccordi ai requisiti delle norme UNI EN 12201-1, UNI EN 12201-3 e UNI 1555-3 rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici o da altro Organismo accreditato secondo le suddette norme UNI CEI EN 17065 e UNI CEI EN ISO/IEC 17020.
59. ***Raccordi saldabili per fusione (testa a testa).*** *Generalità.* I raccordi saldabili per fusione (o testa a testa) realizzati in PE devono soddisfare i requisiti del presente documento. I produttori devono attenersi a quanto prescritto e devono essere in grado di dimostrare il soddisfacimento dei requisiti prescritti.
60. *Tipi di raccordi.* I raccordi devono essere realizzati mediante il processo di stampaggio per iniezione. Devono garantire la tenuta idraulica fino a PN16.
61. Le figure più ricorrenti (riduzioni, gomiti a 90° e 45°, tee a 90°) garantiscono generalmente la copertura dei diametri da 63 a 315.
62. *Materia prima utilizzata nella fabbricazione dei raccordi.* Tutti i raccordi, nelle figure previste, devono essere prodotti con polietilene avente un MRS minimo pari a 10 N/mm^2, in conformità alle norme nazionali ed internazionali per opere destinate al trasporto di acqua potabile o da potabilizzare. Nessun additivo potrà essere aggiunto dal fabbricante dei raccordi alla resina all'atto della lavorazione oltre a quelli previsti dal produttore della resina stessa. Non potrà in alcun modo essere utilizzato materiale di riciclo. Il fabbricante dovrà monitorare le proprietà della materia prima da impiegare nella produzione dei raccordi prima del suo utilizzo, in particolare dovrà controllare almeno le seguenti proprietà:

Propriet à	Metodo di controllo
Melt Flow Index	UNI 10910-3 – prospetto 6
Tempo di induzione all'ossigeno	UNI 10910-3 – prospetto 6

63. *Requisiti prestazionali.* I raccordi devono avere pressione nominale PN 16, con spessore di parete corrispondente al SDR dei tubi ai quali i raccordi stessi devono essere uniti. Un raccordo si definisce rispondente a questi requisiti di tipo quando i campioni scelti superano i collaudi descritti nel prospetto 4 della norma UNI EN 12201-3:

Temperatura di collaudo [°C]	**Pressione di collaudo (con acqua all'interno del raccordo) [MPa]**	**Tempo di prova [h]**
20	12,4	100
80	5,5	165
80	5,0	1000

64. *Collaudi periodici.* Il fabbricante deve garantire i seguenti controlli:

Controllo	Frequenza
Diametro esterno medio	1volta/h
Spessore	1volta/8h
Ovalizzazione	1volta/h

Angolo tra codoli	1volta/8h
Aspetto visivo	1volta/h
Verifica marcatura	1volta/h

65. *Collaudi finali - Esclusioni – Garanzie.* Il fabbricante deve garantire la realizzazione delle seguenti prove su almeno un campione per ogni lotto di produzione:

Prova	Norme
Resistenza alla pressione interna (165 h; 80°C)	UNI EN 12201-3 – UNI EN 1167
Tempo di induzione all'ossigeno (OIT)	UNI EN 12201-3 – EN 728
Indice di fluidità (MFI)	UNI EN 12201-3 – ISO 1133

66. Per la fabbricazione di tutti i raccordi valgono gli stessi divieti di utilizzo di materie prime non omologate, già prescritti per i tubi al punto "esclusioni" e valgono anche tutte le garanzie pure previste per i tubi al punto "garanzie".
67. *Marchio di conformità.* Il fabbricante deve possedere la concessione all'uso del marchio che attesti la conformità dei raccordi ai requisiti della norma UNI EN 12201-3, rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici o da altro Organismo accreditato secondo le suddette norme UNI CEI EN 17065 e UNI CEI EN ISO/IEC 17020.

5.23 Marcature dei raccordi

1. I raccordi devono riportare, in accordo con la norma UNI EN 12201-3, punto 11, la seguente marcatura minima:
   - nome o codice del fabbricante;
   - diametro nominale e serie dei tubi (DN/OD + SDR).
2. Sui raccordi stessi o su apposite etichette, devono essere riportate anche le seguenti indicazioni:
   - numero della norma (UNI EN 12201);
   - materiale e designazione (PE100);
   - classe di pressione (PN16);
   - sigla identificativa della resina omologata;
   - marchio di conformità dei raccordi.

5.24 Accettazione di tubi e raccordi

1. Ai fini dei collaudi e delle accettazioni è considerato lotto singolo la fornitura di:
   - 5000 m per tubi con DN ≤ 110;
   - 200 raccordi, comprensivi di figure e diametri diversi.
2. Il Direttore dei lavori o il Responsabile del Committente, alla ricezione di ciascun lotto di tubi e di raccordi dovrà accertarsi che:
   a) la Ditta produttrice possieda un Sistema aziendale di Garanzia della Qualità conforme alla norma UNI

EN ISO 9001, approvato dall'IIP o da altro Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN 17021;

b) sui tubi e sui raccordi sia impresso il marchio di conformità alla norma UNI EN 12201, rilasciato dall'IIP o da altro Organismo terzo di certificazione accreditato in conformità alle norme UNI CEI EN 17065 e UNI CEI EN ISO/IEC 17020 (Certificazione di prodotto);

c) sia pervenuta, insieme ai documenti di trasporto, la dichiarazione di conformità del fabbricante che attesti che i prodotti finiti e le materie prime impiegate siano conformi alla norma UNI EN 12201, corredata della documentazione dei tests interni;

d) sia pervenuta una campionatura (specimen) della resina utilizzata per la produzione dei materiali forniti, corredata da una scheda tecnica del produttore della resina che stabilisca i parametri di riferimento per l'eventuale analisi comparativa tra specimen e prodotti finiti forniti;

e) la suddetta campionatura sia accompagnata da una apposita certificazione che le resine adoperate siano idonee per l'impiego in acquedotti e che siano omologate dall'IIP o da altro Organismo accreditato secondo le norme UNI CEI EN 17065;

3. Qualora sia ritenuto opportuno approfondire la qualità dei prodotti consegnati, è facoltà della Committenza dar corso ad una (o ad entrambe) delle seguenti procedure:

   - ottenere la conferma del produttore della materia prima, trasmettendo un campione, scelto a caso, di tubo e/o di raccordo al produttore della resina il cui codice è riportato sui materiali forniti; quest'ultimo restituirà al Committente, in forma riservata e senza coinvolgere il fabbricante dei prodotti finiti, i risultati delle analisi comparative;
   - procedere all'effettuazione delle verifiche ispettive secondo la procedura indicata dal presente disciplinare.

5.25 Movimentazione dei materiali

1. Per il carico, il trasporto e lo scarico, nonché l'accatastamento dei tubi e l'immagazzinamento dei pezzi speciali si deve fare riferimento alle prescrizioni del D.M. 12.12.1985 e della Raccomandazione IIP n.10 del maggio 1999.

5.26 Trasporto dei tubi

1. Nel trasporto dei tubi i piani di appoggio devono essere privi di asperità.
2. Bisogna sostenere, inoltre, i tubi per tutta la loro lunghezza per evitare di danneggiare le estremità a causa delle vibrazioni.
3. Le imbracature per il fissaggio del carico possono realizzate con funi o con bande di canapa o di nylon o similari, adottando gli opportuni accorgimenti in modo che i tubi non vengano danneggiati.
4. ***Carico, scarico e movimentazione.*** Se il carico e scarico dai mezzi di trasporto e, comunque, la movimentazione vengono effettuati con gru o col braccio di un escavatore, i tubi devono essere sollevati nella zona centrale con un bilancino di ampiezza pari almeno a 3 metri.
5. Se queste operazioni vengono effettuate manualmente, è da evitare in ogni modo di far strisciare i tubi sulle sponde del mezzo di trasporto o, comunque, su oggetti duri ed aguzzi.
6. Lo scarico per rotolamento dal mezzo di trasporto con piano inclinato è ammesso purché il piano di arrivo sia composto da terreno vegetale o il tubo venga appoggiato su traversine.
7. Il responsabile del cantiere deve controllare tutte le operazioni di scarico per assicurarne la regolarità.
8. Ogni prodotto danneggiato sarà identificato con la dicitura "da non usare" e segregato in apposita zona.

9. Il responsabile stesso dovrà comunicare, al più presto, l'esistenza del prodotto danneggiato al Direttore dei Lavori; quest'ultimo prenderà gli opportuni provvedimenti.
10. Nell'impiego della gru dovrà essere usato un sistema di comunicazione efficace tra l'operatore al comando della gru e l'operatore che si trova a terra.
11. ***Accatastamento dei tubi.*** Nell'accatastamento il piano d'appoggio deve essere livellato, esente da asperità e, soprattutto, da pietre appuntite.
12. Deve essere attuata ogni possibile soluzione idonea a prevenire interferenze con il traffico locale, sia veicolare che pedonale e con ogni altra opera già esistente.
13. I tubi devono essere sistemati in modo da evitare ogni possibile incidente dovuto ad un loro non previsto movimento.
14. L'altezza di accatastamento per i tubi in barre non deve essere superiore a 1,5 m, qualunque sia il diametro e lo spessore.
15. Per i tubi con diametro esterno superiore a 500 mm è consigliabile armare internamente le estremità onde evitare eccessive ovalizzazioni.
16. Dopo l'accatastamento, bisogna assicurarsi che i tappi di protezione delle testate siano collocati sulle stesse, al fine di prevenire che foglie, polvere, piccoli animali ecc. possano alloggiarsi all'interno dei tubi.

5.27 Conservazione dei materiali

1. È indispensabile predisporre le misure necessarie affinché tutti i magazzini, sia aziendali che dei cantieri delle imprese, siano dotati di locali riparati dalle radiazioni solari per lo stoccaggio dei tubi di PE e dei raccordi plastici, necessari per evitare il rischio di degradazione dei polimeri, con decadimento delle proprietà fisico - chimico - meccaniche.
2. ***Trasporto e immagazzinamento dei raccordi per saldature testa a testa.*** Questi raccordi vengono generalmente forniti in appositi imballaggi.
3. Se sono forniti sfusi, si deve avere cura, nel trasporto e nell'immagazzinamento, di non accatastarli disordinatamente e si deve evitare che possano essere danneggiati per effetto di urti.
4. ***Trasporto e immagazzinamento dei raccordi elettrosaldabili.*** Questi raccordi devono essere sempre forniti in apposite confezioni di materiale resistente, tale da proteggerli da polvere, umidità, salsedine, raggi UV, ecc.
5. Devono essere conservati in magazzini, posati su scaffalature o comunque sollevati dal suolo, lontano da fonti di luce e di calore.
6. In cantiere si deve aver cura che i raccordi elettrosaldabili non vengano esposti agli agenti di cui sopra e conservati nella loro confezione originale fino al momento d'uso.

5.28 Modalità e procedure di posa in opera

1. ***Scavi.*** Lo scavo eseguito con mezzi idonei, avendo la massima cura di:
   - rispettare scrupolosamente le quote di progetto;
   - impedire con ogni mezzo il franamento delle pareti, sia per evitare incidenti al personale, sia per non avere modifiche alla sezione di scavo;
   - eliminare, sia all'interno dello scavo sia negli immediati dintorni, eventuali radici il cui successivo sviluppo potrebbe danneggiare le condotte;

- provvedere alla raccolta e all'allontanamento delle acque meteoriche, nonché di quelle di falda e sorgive eventualmente incontrate;
- accumulare il materiale di scavo ad una distanza tale da consentire il libero movimento del personale e delle tubazioni onde evitare il pericolo di caduta di tale materiale ed in particolare di pietre sui manufatti già posati.

2. Durante l'apertura di trincee in terreni eterogenei, collinari o montagnosi occorre premunirsi da eventuali smottamenti o slittamenti mediante opportune opere di sostegno e di ancoraggio.
3. Se si ha motivo di ritenere che l'acqua di falda eventualmente presente nello scavo possa determinare una instabilità nel terreno di posa e dei manufatti in muratura, occorre consolidare il terreno circostante con opere di drenaggio che agiscano sotto il livello dello scavo, in modo da evitare che l'acqua di tale falda possa provocare spostamenti del materiale di rinterro che circonda il tubo.
4. La larghezza minima sul fondo dello scavo deve essere, almeno, di 50 cm superiore al diametro del tubo da posare.
5. In ogni caso, la larghezza dovrà essere sufficiente da permettere una sistemazione corretta del fondo ed il collegamento della tubazione se fatto nello scavo. Il fondo dello scavo dovrà essere stabile ed eseguito secondo le norme.
6. La profondità minima di interramento deve essere di 80 cm, misurata dalla generatrice superiore del tubo e, in ogni caso, deve essere valutata in funzione dei carichi stradali e del pericolo di gelo; ogni eventuale deroga deve essere espressamente autorizzata dalla Direzione Lavori.
7. Qualora non possa essere rispettato il valore minimo di profondità richiesta, la tubazione potrà essere protetta da guaine tubolari, manufatti in cemento o materiali equivalenti.
8. ***Letto di posa.*** Le tubazioni posate nello scavo devono trovare appoggio continuo sul fondo dello stesso lungo tutta la generatrice inferiore e per tutta la loro lunghezza.
9. A questo scopo il fondo dello scavo deve essere piano, costituito da materiale uniforme, privo di trovanti, per evitare che il tubo subisca sollecitazioni meccaniche.
10. In presenza di terreni rocciosi, ghiaiosi o di riporto in cui sul fondo dello scavo non sia possibile realizzare condizioni adatte per l'appoggio ed il mantenimento dell'integrità del tubo, il fondo stesso deve essere livellato con sabbia o altro materiale di equivalenti caratteristiche granulometriche.
11. In ogni caso le tubazioni devono essere sempre posate su un letto di sabbia o terra vagliata, ben compattato, con spessore almeno pari a 10 centimetri.
12. 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 con diametro inferiore a 0,08 mm).
13. ***Posa in opera.*** Le operazioni di posa in opera devono essere eseguite da operatori esperti.
14. I tubi devono essere collocati, sia altimetricamente che planimetricamente, nella precisa posizione risultante dai disegni di progetto, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori.
15. Prima di essere calati nello scavo tutti gli elementi di tubazione devono essere accuratamente esaminati, con particolare riguardo alle testate, per accertare che nel trasporto e nelle operazioni di carico e scarico non siano state deteriorate; a tale scopo è indispensabile che essi vengano ripuliti da polvere, fango, ecc., che ricoprendo i tubi possano aver nascosto eventuali danni.
16. Si deve altresì verificare che nell'interno dei tubi e dei raccordi non si siano introdotti animali o materie estranee; per ovviare a tale inconveniente si raccomanda di tappare opportunamente le estremità dei tratti già collocati.

17. Effettuata la giunzione delle tubazioni e dei pezzi speciali, secondo le modalità già descritte nel presente disciplinare, si provvede alla posa in opera, che viene effettuata, in generale, per mezzo di capre, escavatori o gru disposte lungo il tracciato, in modo da consentire un graduale abbassamento della condotta, che non deve subire urti contro corpi duri o eccessive deformazioni.
18. Le condotte PE100, la cui saldatura viene effettuata ai margini dello scavo, devono essere poste in opera sollevandole dal piano di campagna in almeno due punti distanti tra loro 15□20 metri, per non più di 1,20□1,30 metri.
19. Per tubazioni di piccolo diametro e scavi poco profondi è possibile prevedere la posa anche a mano.
20. Inizialmente i tubi si allineano rincalzandoli in vicinanza dei giunti; in seguito si fissa la loro posizione definitiva riferendosi ai picchetti di quota e di direzione ed in modo che non abbiano a verificarsi controtendenze rispetto al piano di posa.
21. Le tubazioni devono essere ancorate in modo da impedirne lo slittamento durante la prova a pressione.
22. Gli organi di intercettazione, che possono sollecitare i tubi con il loro peso, devono essere sostenuti con supporti autonomi in modo da non trasmettere le loro sollecitazioni alla condotta.
23. I tubi, infine, vengono fissati definitivamente nella loro posizione, rincalzandoli opportunamente lungo tutta la linea senza impiegare cunei di metallo, di legno o pietrame.
24. ***Riempimento dello scavo.*** Il riempimento dello scavo costituisce la parte più delicata ed importante del lavoro di installazione di tutti i tubi da fognatura. Un riempimento senza adeguata compattazione influisce negativamente sia sui tubi rigidi che sui tubi flessibili, così come senza i necessari accorgimenti si possono avere anche delle rotture
25. Indipendentemente dal tipo di tubo, il riempimento dello scavo va eseguito con una corretta compattazione a strati successivi, seguendo la UNI EN 1295.
26. I concetti che portano ad una corretta e duratura installazione sono:

    - scelta del corretto materiale di riempimento. Il materiale deve essere arido, a bassa granulometria, privo di materiale a spigoli vivi, sassi o detriti almeno nella parte a contatto col tubo e fino ad almeno 25m al di sopra di esso; La tubazione deve posare su un letto di sabbia di 10 cm dalla generatrice inferiore e rinfiancata da sabbia per un'altezza determinata dall'angolazione di 60° dal centro del tubo. a parte rimanente della ripiena, fino al pacchetto stradale è effettuata con materiale opportunamente vagliato, In ogni caso il materiale di ripiena utilizzato per la zona secondaria non dovrà mai avere una differenza superiore a due gradi rispetto a quello utilizzato per il rinfianco nella zona primaria.

27. Tenuto conto che il tubo, a causa del suo coefficiente di dilatazione, assume delle tensioni, se bloccato alle estremità prima del riempimento dello scavo, uniformandosi alla temperatura del terreno, si deve procedere come segue:

    - il riempimento (almeno per i primi 50 cm sopra il tubo) deve essere eseguito per tutta la condotta nelle medesime condizioni di temperatura esterna e si consiglia sia fatto nelle ore meno calde della giornata;
    - si procede sempre a zone di 20-30 m, avanzando in una sola direzione e possibilmente in salita; si lavora su tre tratte consecutive e viene eseguito contemporaneamente il ricoprimento (fino a 50 cm sopra il tubo) in una zona, il ricoprimento (fino a 15-20 cm) nella zona adiacente e la posa della sabbia attorno al tubo nella tratta più avanzata;
    - si può procedere su tratte più lunghe solo in condizioni di temperatura più o meno costanti;
    - una delle estremità della tratta della condotta deve essere sempre mantenuta libera di muoversi e l'attacco ai pezzi speciali o all'altra estremità della condotta deve essere eseguito solo dopo che il ricoprimento è stato portato a 5-6 m dal pezzo stesso.

28. È necessario porre un nastro blu continuo con la dicitura "Tubazione Acqua" sulla generatrice superiore della condotta ad una distanza da essa di 30 cm, per indicarne la presenza in caso di successivi lavori di scavo.
29. Nel caso di posa in opera di altri servizi, il nuovo scavo non deve mai mettere in luce la sabbia che ricopre la condotta.
30. ***Curvabilità dei tubi.*** Per non sollecitare il materiale in maniera eccessiva, le barre di tubo di PE possono essere curvate ai seguenti raggi di curvatura (R) alla temperatura di 20°C:

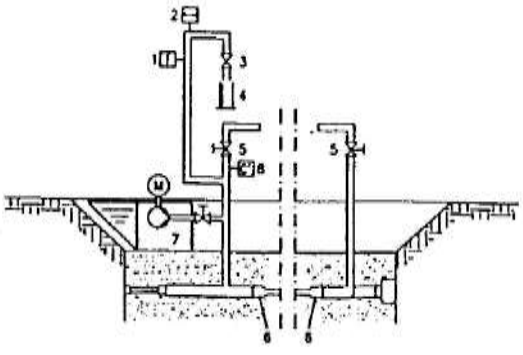
    PN 16 R = 20 De per tubi semplici; R = 25 De per tubi con giunzioni.
31. Qualora i raggi di curvatura richiesti fossero inferiori a quelli sopra menzionati, si dovranno utilizzare curve stampate o formate a settori (realizzate in fabbrica).
32. La curvatura a caldo della tubazione è assolutamente vietata.
33. ***Danni.*** Ai fini della resistenza ai danni che possono originarsi durante la fase della posa in opera, le prestazioni dei tubi (PN per 50 anni di vita) non diminuiscono se il valore del danno (intaglio) arrecato ai tubi non supera, in profondità, il 10% del valore dello spessore del tubo.
34. La forma del danno non è rilevante (longitudinale o circonferenziale, ecc.); tuttavia il Direttore dei Lavori ed il Responsabile di Cantiere si devono assicurare che il danno non penetri per un valore superiore al 10% dello spessore del tubo in nessun punto della parete dello stesso.
35. Nel caso che ciò accada, la parte del tubo interessata dal danno deve essere rimossa.
36. ***Collegamenti.*** I dettagli della realizzazione dei collegamenti tra tubi in PE e tra tubi in PE con altri parti metalliche vanno effettuati secondo le indicazioni contenute nel presente disciplinare.
37. ***Collaudo idraulico in opera.*** *Generalità.* La prova di collaudo si deve eseguire sulla condotta installata compresi i relativi raccordi e tutti gli organi di intercettazione.
38. Si può effettuare indifferentemente la prova di collaudo tradizionale oppure quella di tipo aggiornato.
39. *Collaudo tradizionale.* Si verifica la tenuta della condotta a breve durata con una pressione superiore alla pressione nominale della linea. Durante la prova preliminare si crea nella tubazione un equilibrio tra tensione e dilatazione, che ha come risultato un aumento di volume nella condotta.
40. La prova idraulica in opera dei tubi in PE è da effettuare su tratte non più lunghe di 500 metri per evitare problematiche sia durante il collaudo (rabbocco liquido, controllo giunzioni, presenze sacche d'aria) che in caso di rottura della saldatura (svuotamento totale e riempimento della linea).
41. La tubazione deve essere bloccata nello scavo con terra vagliata o sabbia, lasciando possibilmente tutte le saldature scoperte per i controlli di tenuta.
42. La quasi totale copertura del tubo da collaudare evita sbalzi di temperatura nelle varie ore del giorno e della notte consentendo la definizione più precisa della quantità dell'acqua aggiunta durante le ore di collaudo.
43. Dopo la copertura parziale del tubo, come sopra accennato, si riempie la linea con acqua dal punto più basso della condotta, sfiatando la stessa in vari punti per eliminare totalmente le sacche d'aria.
44. Alla fine dell'operazione di riempimento e di sfiato si procede con la prova di pressione preliminare per una durata di 6 ore complessive e con pressione di 1,5 PN che non deve superare il valore PN + 5 bar.
45. Nel punto di pompaggio deve essere installato oltre ad un manometro di pressione anche un manometro registratore (pressione e tempo), che permette di documentare l'andamento delle prova idraulica, ed un contatore volumetrico.
46. La pompa deve essere attivata ogni ora per ripristinare la pressione di prova, mentre il contatore presente nell'unità di pressurizzazione deve conteggiare il volume del liquido aggiunto.
47. Questi dati si devono annotare nel protocollo di collaudo.

48. Durante le 6 ore il tubo si dilata sotto la pressione interna e raggiunge una perdita di pressione fino a 0,8 bar/h. Ad una temperatura di 20°C il volume può aumentare fino al 3%.
49. Se la temperatura è più bassa di 20°C (ad esempio di notte) la dilatazione ha valori più contenuti.
50. Durante l'operazione di precollaudo si deve controllare la tenuta delle giunzioni; i raccordi flangiati sono da rinserrare ciclicamente.
51. Si deve prestare attenzione, durante queste operazioni, al pericolo di incidente in caso di improvvisa perdita della linea, prevedendo per l'operatore adeguate protezioni.
52. Al termine della prova preliminare, nella quale non si deve riscontrare alcuna perdita dalle giunzioni, si procede con la prova principale, abbassando la pressione interna ad un livello di 1,3 PN, che non deve superare il valore PN + 3 bar.
53. Questa prova dura 6 ore; ogni ora deve essere rilevata la pressione interna che indicativamente può scendere di 0,3 bar/h. Non deve essere ripristinata la pressione fino al termine della prova.

Il collaudo si ritiene positivo quando risulta □p □ 1,8 bar (□p = differenza tra pressione iniziale e pressione finale).

54. Durante la prova principale l'operatore deve controllare che non si riscontrino perdite visibili da tutte le giunzioni.
55. Terminato il collaudo si redige un verbale che deve essere firmato dall'impresa esecutrice e dalla Direzione Lavori.
56. <u>*Collaudo aggiornato.*</u> Si verifica la tenuta della condotta con procedimenti particolarmente rapidi utilizzando il Metodo a Contrazione.
57. Il principio di tale metodo sfrutta le caratteristiche viscoelastiche del polietilene, in quanto abbassando la pressione interna della condotta la contrazione della tubazione mantiene la pressione ad un livello stabile per un breve periodo.
58. Gli elementi necessari per il collaudo sono: l'unità di prova idraulica composta da motopompa, vasca di stoccaggio del liquido da integrare, valvole di sfiato e di regolazione, registratore di pressione, manometro di precisione, termometro, contalitri o serbatoio di recupero graduato per la rilevazione del volume scaricato (suddivisione □ 5% del volume richiesto).
59. Nella figura seguente è riportato lo schema per il collaudo a pressione.

1 Manometro registratore
2 Manometro di precisione
3 Valvola di regolazione
4 Contalitri
5 Valvole di sfiato
6 Condotta in PE
7 Unità di prova idraulica
8 Termometro



60. *Prova preliminare.* Si riempie la condotta con acqua avente temperatura inferiore a 20°C ad una velocità superiore a 1 m/s, sfiatandola e traboccandola per evitare sacche d'aria.
61. Si chiude la valvola di alimentazione dell'acqua e si lascia assestare la condotta per almeno 1 h (fase di assestamento).

62. Si mette in pressione la condotta alla pressione di collaudo Pcoll di 1,5 PN, non superando PN + 5 bar, in un tempo massimo di 10 minuti.
63. Si mantiene la Pcoll per 0,5 h ripristinando la caduta di pressione al valore di Pcoll (fase di mantenimento).
64. Si controlla nella successiva 1 h (fase di dilatazione) le variazioni di pressione rispetto alla Pcoll, che non devono essere superiori al 30%.
65. Se la caduta di pressione è superiore al 30% si interrompe la prova, si eliminano le cause delle perdite e, dopo un riposo delle tubature di almeno 1 h, si riprende il collaudo.
66. È necessario il superamento di questa prova per eseguire la prova principale.
67. L'andamento della curva di pressione è indicato nella corrispondente sezione della Raccomandazione IIP n. 10 del maggio 1999.
68. *Prova principale.* A seguito della prova preliminare eseguita con esito positivo, si procede alla diminuzione di pressione (Pabb), agendo sulla valvola di regolazione per alcuni minuti.
69. I valori dell'abbassamento di pressione in funzione del PN della linea sono riportati nella seguente tabella:

PN	Pabb (bar)
10	2,0
16	2,5
25	3,0

70. Per la successiva 0,5 h si controlla l'andamento della pressione (si può estendere fino a 1,5 h per ottenere una valutazione più sicura dei risultati).
71. Se il valore di caduta di pressione dopo 0,5 h è 0,25 bar rispetto al valore massimo rilevato in questa fase, si procede al controllo di verifica del risultato prendendo in considerazione il volume d'acqua scaricato (Vabb) durante la riduzione di pressione.
72. Se la quantità del liquido è inferiore o pari al valore calcolato Vamm, il collaudo è positivo; se invece è superiore, la prova deve essere ripetuta.
73. Il valore Vamm si calcola applicando la seguente formula:

$$V_{amm} = 0.1F\left[\sum_{i-1}^{n}(A_i L_i)\right]P_{abb}\left[\frac{1}{E_A}+\frac{1}{E_T}\sum_{i-1}^{n}\left(\frac{d}{s}\right)_i\right]$$

dove:

- V_{amm} = massimo volume di acqua scaricabile (ml);
- P_{abb} = abbassamento di pressione (bar);
- d = diametro interno dei vari tubi (mm);
- E_A = modulo di compressione dell'acqua (pari a 2000 N/mm^2);
- E_T = modulo di elasticità a breve durata del PE (pari a 800 N/mm^2);
- s = spessori dei vari tubi (mm);
- L = lunghezze dei vari tubi (m);

- F = coefficiente di correzione per presenza di aria nella condotta (pari a 1,2);
- A = sezioni interne dei vari tubi (mm^2).

5.29 Verifiche ispettive

1. ***Generalità.*** Il Committente si riserva di effettuare periodiche verifiche ispettive per controllare le conformità richieste nel presente documento.
2. Le verifiche possono riguardare i prodotti, i processi interni delle fabbriche che producono i materiali ammessi all'impiego e i processi di costruzione e posa in opera degli impianti svolti dalle ditte appaltanti.
3. Per dette verifiche il committente si servirà di personale interno adeguatamente preparato o di Organismi di terza parte, certificati UNI CEI EN ISO/IEC 17020 e UNI CEI EN 17065 o 17021, appositamente incaricati.
4. Il fornitore d'opera e il fabbricante devono garantire ai verificatori il libero accesso a tutti i documenti che intendono controllare. Le frequenze delle verifiche ispettive sono indicate nel seguente prospetto:

LOCALITA'	VERIFICA	MODALITA'	FREQUENZA
CANTIERI	Fornitore d'opera	Paragrafo 12.2	Ad ogni apertura cantiere ed almeno una volta alla settimana in corso d'opera
	RACCORDI	Paragrafo 12.2	Ad ogni apertura cantiere ed almeno una volta alla settimana in corso d'opera
	TUBI	Paragrafo 12.2	Ad ogni apertura cantiere ed almeno una volta alla settimana in corso d'opera
	TUBI [verifica reologica]	Paragrafo 12.2	Ad ogni apertura cantiere
FABBRICHE	RACCORDI	Paragrafo 12.3	Ad ogni lotto
	TUBI	Paragrafo 12.3	Ad ogni lotto

5. Le fabbriche e i prestatori d'opera realizzano i loro prodotti e processi garantendo il rispetto di un sistema di garanzia della qualità conforme alle norme UNI EN ISO 9001 e adottando un piano della qualità che deve essere reso noto ai verificatori per dimostrare come la Ditta soddisfa i requisiti espressi nel presente documento.
6. ***Verifiche ispettive nei cantieri.*** I verificatori della committenza effettueranno le verifiche nei cantieri con le frequenze indicate nella tabella del paragrafo precedente.
7. Fornitore d'opera. Il fornitore d'opera deve provvedere affinché siano rese disponibili procedure scritte che illustrino almeno i seguenti punti:
   - come il prestatore garantisce il rispetto dei requisiti, ossia il piano della qualità;
   - come il prestatore conserva la documentazione richiesta per garantire la rintracciabilità delle operazioni;
   - quali sono i controlli che s'impegna ad effettuare sulle lavorazioni svolte;
   - come documenta le azioni correttive eventualmente intraprese nel caso di non conformità e quali sono le azioni preventive impiegate per evitare il ripetersi di non conformità.
8. ***Verifiche sui materiali.*** I verificatori controlleranno che i materiali impiegati nel corso della costruzione siano quelli ammessi all'uso dalla committenza.
9. In particolare, controlleranno la rispondenza tra i materiali trovati in cantiere e quelli prescritti per le opere.

10. ***Verifiche reologiche.*** Allo scopo di garantire la rispondenza delle materie prime con quanto richiesto, per ogni lotto di tubi di polietilene consegnato, il verificatore provvederà al prelievo in cantiere di un campione per poter effettuare la determinazione del MFI (Melt Flow Index), per mezzo di un laboratorio di prove accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025.
11. ***Verifiche ispettive nelle fabbriche.*** I verificatori della committenza effettueranno le verifiche nelle fabbriche ad ogni lotto di tubi e/o raccordi; nel corso delle verifiche ispettive controlleranno che il processo di fabbricazione e di svolgimento dei controlli sia idoneo al raggiungimento dei requisiti prestazionali prescritti nelle norme di prodotto dei tubi (UNI EN 12201-2) e dei raccordi (UNI EN 12201-3).
12. Effettueranno, inoltre, controlli sul metodo di svolgimento e di rilascio del certificato di conformità del lotto.
13. I risultati delle verifiche ispettive svolte nelle fabbriche saranno trasmessi al Direttore dei Lavori.
14. In caso di risultati negativi verranno intraprese immediatamente le conseguenti azioni nei confronti della fabbrica.
15. Ulteriori diritti di verifica ispettiva nelle fabbriche dei tubi e dei raccordi di PE. Il Committente potrà, a sua esclusiva discrezione, esercitare nei confronti del produttore dei tubi e dei raccordi, le seguenti azioni ispettive ed i seguenti controlli:
    - accesso, in qualsiasi momento della produzione, agli stabilimenti del produttore;
    - prelievo, in qualsiasi momento della produzione, di campioni di tubo, raccordo e/o di materia prima, sia da tramoggia di estrusione, sia da sacchi, silos o altri luoghi di stoccaggio della materia prima;
    - esecuzione, in presenza di delegati della committenza, di qualsiasi prova sui tubi e raccordi, nelle quantità e con le frequenze previste dal manuale della qualità del fornitore;
    - analisi di corrispondenza quali-quantitativa tra tubo e materia prima dichiarata in marcatura e/o analisi dei traccianti caratteristici delle materie prime; tale prova è delegata, a carico della fabbrica, al produttore della materia prima.

5.30 Costi delle verifiche ispettive

1. ***Verifiche in cantiere.*** I costi delle verifiche ispettive, a parte le spese di trasferta del personale della committenza, sono a carico prestatori d'opera e/o dei fornitori dei materiali.
2. Le spese per la determinazione reologica sono sempre a carico del fabbricante.
3. ***Verifiche nelle fabbriche.*** I costi delle verifiche ispettive, a parte le spese di trasferta del personale della committenza, sono a carico dei fornitori dei materiali.
4. Nel caso di incapacità o inadeguatezza ad eseguire le prove richieste, il fornitore dei materiali si farà carico degli oneri derivanti dall'esecuzione delle stesse prove presso Laboratori indipendenti e accreditati secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025.
5. Saranno inoltre a carico del fornitore gli oneri derivanti dal ritiro di tubi già consegnati al Committente ma risultati non conformi a seguito degli esiti delle prove previste.
6. In caso di non rispondenza delle forniture o delle prestazioni d'opera alle prescrizioni del presente documento, la committenza ha la facoltà di ricorrere alla risoluzione del contratto e di richiedere l'eventuale rifusione del danno subito come previsto a norma di legge.

5.31 Valvole a saracinesca

1. Le presenti specifiche tecniche sono relative alle valvole di intercettazione "a saracinesca" flangiate a cuneo gommato bi-direzionali, "a corpo piatto", per condotte in pressione.

5.32 Documentazione di riferimento

1. Il materiale di cui trattasi deve essere conforme ai seguenti documenti:
   - Norma UNI EN 1074-1/2001, per i requisiti generali delle valvole per la fornitura di acqua;
   - Norma UNI EN 1074-2/2004, per i requisiti delle valvole di intercettazione;
   - Norma UNI EN 681-1/2006, per i requisiti degli elementi di tenuta in elastomero;
   - Norma UNI EN 1092-2/1999, per flange circolari designate mediante PN;
   - Norma UNI EN 558/2012, per i requisiti di conformità agli scartamenti;
   - Norma UNI EN 1563/2012, per i getti di ghisa a grafite sferoidale;
   - Norma UNI EN 805/2002, per i DN delle valvole.
2. Le norme, decreti e circolari sopra elencati e di seguito richiamati fanno parte integrante della presente scheda e, per patto, non si allegano.

5.33 Diametri

1. I diametri nominali unificati delle valvole ("DN") devono essere selezionati fra quelli indicati nella UNI EN 805/2002.

5.34 Pressioni

1. Le valvole devono essere progettate in modo tale che le loro pressioni caratteristiche, PFA, PMA e PEA, presentino i valori minimi di seguito riportati (cfr. punto 4.3 della norma UNI EN 1074-1/2001):

PN	PFA [bar]	PMA [bar]	PEA [bar]
6	6	8	12
10	10	12	17
16	16	20	25
25	25	30	35

5.35 Temperature

1. Le valvole devono essere progettate per temperature di esercizio da 0°C (escluso il gelo) a 40°C (cfr. punto 4.4 della norma UNI EN 1074-1/2001).

5.36 Flange

1. Le flange devono essere in ghisa sferoidale ed integrate (o fuse) nel corpo della valvola.
2. È richiesto, inoltre, che siano caratterizzate da una PFA coincidente con quella del corpo della valvola e, più in generale, conformi a quanto prescritto dalla norma UNI EN 1092-2/1999.

5.37 Scartamento

1. Al fine di consentire la loro intercambiabilità, la distanza tra i fianchi esterni delle flange (o "scartamento") deve essere del tipo "corto" (o "a corpo piatto"), in accordo con la UNI EN 558/2008.

2. Le flange devono essere conformi alla norma UNI EN 1092-2/1999.

5.38 Direzione di manovra

1. Conformemente a quanto previsto al punto 4.7 della norma UNI EN 1074-1/2001, la direzione di chiusura deve essere in senso orario.

5.39 Involucro

1. L'involucro (o "corpo") deve essere del tipo "a passaggio totale", realizzato in un unico elemento di fusione metallica di ghisa sferoidale, avente caratteristiche meccaniche pari almeno a quelle della ghisa sferoidale designata come EN-GJS-400-15 (cfr. norma UNI EN 1563/2012).
2. Esso deve resistere, senza perdite esterne o altri difetti, ad una pressione interna uguale al maggiore dei due valori: PEA o 1,5xPFA (cfr. punto 5.1.1 della norma UNI EN 1074-1/2001).
3. Il rivestimento protettivo delle superfici, realizzato mediante verniciatura a polvere epossidica, deve avere uno spessore di spessore minimo di 100 µm, nel caso di applicazione elettrostatica, ovvero di 250 µm, nel caso di applicazione con altre tecniche e deve presentarsi uniforme, privo di fessurazioni e porosità e aderente al sottostante supporto.

5.40 Coperchio

1. Il coperchio deve essere realizzato in un unico elemento di fusione metallica di ghisa sferoidale, avente caratteristiche meccaniche pari almeno a quelle della ghisa sferoidale designata come EN-GJS-400-15 (cfr. norma UNI EN 1563/2009).
2. Esso deve resistere, senza perdite esterne o altri difetti, ad una pressione interna uguale al maggiore dei due valori: PEA o 1,5xPFA (cfr. punto 5.1.1 della norma UNI EN 1074-1/2001).
3. Il rivestimento protettivo delle superfici, realizzato mediante verniciatura a polvere epossidica, deve avere uno spessore di spessore minimo di 100 µm, nel caso di applicazione elettrostatica, ovvero di 250 µm, nel caso di applicazione con altre tecniche e deve presentarsi uniforme, privo di fessurazioni e porosità e aderente al sottostante supporto.
4. La guarnizione di tenuta corpo/coperchio deve essere di tipo toroidale, alloggiata in sede dedicata, ricavata per fusione o rettifica e meccanicamente bloccata dal serraggio fra i due componenti, marcata in accordo alla UNI EN 681-1/2006.

5.41 Cuneo

1. Il cuneo deve essere realizzato in un unico elemento di fusione metallica di ghisa sferoidale, avente caratteristiche meccaniche pari almeno a quelle della ghisa sferoidale designata come EN-GJS-400-15 (cfr. norma UNI EN 1563/2012).
2. Esso deve resistere, senza perdite esterne o altri difetti, in posizione "chiusa", ad una pressione differenziale applicata uguale al minore dei due valori: 1,5xPFA o PFA+5. Se la PMA indicata per la valvola è maggiore di questo valore, la pressione differenziale applicata deve essere uguale a PMA (cfr. punto 5.1.2 della norma UNI EN 1074-1/2001).
3. Il rivestimento dell'intero cuneo deve essere realizzato di elastomero NBR alimentare atto a fornire la massima garanzia di durata, resistenza all'invecchiamento ed all'abrasione e marcato in accordo alla UNI EN 681-1/2006.

5.42 Albero

1. L'albero deve essere realizzato in acciaio inox avente caratteristiche meccaniche pari almeno a quelle del tipo AISI 420 B (cfr. norma UNI EN 10088-1/2014), in un unico pezzo ricavato da barra piena tramite rollatura e formatura a freddo con lucidatura, dotato di anello d'espansione e di foro di collegamento posto nel quadro superiore, per il collegamento mediante spina ad eventuale asta di prolunga.

5.43 Tenuta

1. ***Tenuta dell'involucro e degli altri componenti in pressione.*** Le valvole devono garantire la tenuta alla pressione interna (d'acqua), in ambedue le possibili direzioni del flusso, uguale al maggiore dei due valori PEA o 1,5xPFA (cfr. punto 5.2.1.1 della norma UNI EN 1074-1/2001). Nel contempo, deve essere garantita la tenuta all'entrata dall'esterno di aria, acqua e ogni corpo estraneo (cfr. punto 5.2.1.1 della norma UNI EN 1074-1/2001), mediante guarnizione di elastomero NBR atta a fornire la massima garanzia di durata, resistenza all'invecchiamento ed all'abrasione.
2. ***Tenuta sulla sede.*** La tenuta "primaria" deve essere realizzata per semplice compressione delle superfici in gomma del cuneo, mediante guarnizione di elastomero NBR atta a fornire la massima garanzia di durata, resistenza all'invecchiamento ed all'abrasione. La tenuta "secondaria" deve essere realizzata mediante due guarnizioni toroidali (O-Ring), alloggiate in sedi rettificate.

5.44 Viteria

1. Tutte le viterie a contatto con l'acqua sono in acciaio inox.

5.45 Marcatura

1. Le valvole a saracinesca devono essere marcate in conformità a quanto previsto dalla norma (cfr. punto 7 della norma UNI EN 1074-1/2001), e riportare almeno i seguenti dati:
   - DN;
   - identificazione del materiale dell'involucro;
   - PN;
   - il nome (o marchio) e l'indirizzo del fabbricante;
   - numero della norma (UNI EN 1074-1/2001).

5.46 Prove/controlli/collaudi

1. La Stazione appaltante si riserva la facoltà di sottoporre o far sottoporre a Prove/Controlli/Collaudi una parte delle unità di prodotto costituenti il singolo lotto di fornitura, al fine di accertarne la rispondenza delle caratteristiche costruttive a quanto riportato nelle presenti specifiche tecniche e, più in generale, alle norme tecniche di riferimento.
2. Le Prove/Controlli/Collaudi, che potranno effettuarsi presso le strutture a tal uopo destinate dall'Azienda costruttrice, o presso idoneo laboratorio di prova, di gradimento di Stazione appaltante e munito di attestato di accreditamento, interesseranno un numero di unità di prodotto scelte a caso costituenti il campione (numerosità del campione) (cfr. Prospetto II-A norma UNI ISO 2859-1/07), noti che siano il numero di unità di prodotto costituenti il lotto (numerosità del lotto), e la lettera codice per la numerosità del campione (cfr. Prospetto I norma UNI ISO 2859-1/07).
3. Le unità di prodotto da sottoporre a Prove/Controlli/Collaudi saranno scelte a discrezione dei delegati di Stazione appaltante tra quelle costituenti il lotto di fornitura.

4. Nel caso in cui, a seguito delle ulteriori Prove/Controlli/Collaudi interessanti il nuovo lotto di fornitura, ci si trovasse nuovamente nelle condizioni di non accettabilità del lotto di fornitura medesimo, l'Stazione appaltante si riserva di revocare la commessa all'Azienda fornitrice, incamerare la cauzione ed avviare ulteriori azioni di rivalsa per risarcimento danni.
5. Le unità di prodotto preliminarmente scelte a discrezione dei delegati di Stazione appaltante, tra quelle costituenti il lotto di fornitura, saranno sottoposte alle Prove/Controlli/Collaudi di seguito riportate, da effettuarsi secondo quanto indicato dalla norma UNI EN 1074-1/01 e UNI EN 1074-2/04 (e dagli eventuali ulteriori documenti normativi vigenti richiamati in essa):
   - prova di resistenza alla pressione interna (cfr. 5.1.1 e App. "A" UNI EN 1074-1/01);
   - prova di tenuta interna/esterna (cfr. 5.2.1 e App. "D" UNI EN 1074-1/01);
   - prova di tenuta della sede (cfr. 5.2.2 UNI EN 1074-1/01);
   - prova di resistenza ai prodotti disinfettanti (cfr. 5.4 e App. "E" UNI EN 1074-1/01);
   - prova di resistenza agli sforzi di manovra (cfr. 5.1.4 e App. "A" UNI EN 1074-2/04);
   - prova di azionamento (cfr. 5.2.3 e App. "C" UNI EN 1074-2/04);
   - prova di durata (cfr. 5.5 e App. "D" UNI EN 1074-2/04).
6. Alla conclusione delle Prove/Controlli/Collaudi deve essere prodotto, dall'Azienda costruttrice

o dal Laboratorio di prova accreditato, a seconda di dove si siano svolte, quanto segue:

- certificato di collaudo da cui risulti, per l'elemento generico (identificato come sopra descritto), l'esito dei controlli e delle prove effettuate, e che essi sono stati eseguiti, con le modalità sopra richiamate, con saggi prelevati sui materiali oggetto dell'ordinazione;
- certificato da cui risulti la descrizione del processo di fabbricazione, la descrizione delle caratteristiche tecniche e di quelle dimensionali.

5.47 Certificazioni

1. L'azienda fornitrice deve possedere certificazione di sistema qualità conforme alla UNI EN ISO 9001:2015, avente come scopo l'attività oggetto dell'appalto o attività ad esse attinenti (comunque riferite al medesimo settore); in quest'ultimo caso, Stazione appaltante si riserva di valutare, a proprio insindacabile giudizio, l'effettiva attinenza tra lo scopo di certificazione e le attività oggetto dell'affidamento.
2. La certificazione UNI EN ISO 9001:2015 deve essere rilasciata da Ente accreditato SINCERT (o da altro Ente firmatario di accordi di mutuo riconoscimento con il SINCERT in ambito EA/IAF) e deve essere mantenuta per tutta la durata della fornitura.
3. Nel caso di commercializzazione del prodotto oggetto delle presenti specifiche tecniche non fabbricato direttamente dall'Azienda fornitrice, la Certificazione di cui sopra deve essere posseduta anche dall'Azienda costruttrice.
4. Il prodotto di cui alle presenti specifiche tecniche deve essere accompagnato da Certificato di Prodotto, rilasciato da Organismo in possesso di regolare accreditamento riconosciuto a livello nazionale/internazionale, o da Dichiarazione di Conformità, redatta dal fornitore, in modo che sia assicurata la conformità della fornitura, in ordine di priorità, alle prescrizioni di cui alle presenti specifiche tecniche e ai documenti normativi di seguito riportati:
   - Norma UNI EN 1074-1/2001;

- Norma UNI EN 1074-2/2004;
- Norma UNI EN 681-1/2006;
- Norma UNI EN 1092-2/1999;
- Norma UNI EN 558/2012;
- Norma UNI EN 1563/2012.

5. Più precisamente:
   - il Certificato di Prodotto ha la forma di un documento e deve riportare le informazioni di seguito riportate:
     a. il nome e l'indirizzo del fabbricante;
     b. l'identificazione del prodotto certificato, (tramite l'indicazione del lotto, del numero di serie, del numero del modello o del tipo ai quali si riferisce la certificazione);
     c. il riferimento ai documenti normativi interessati (il soggetto che ha emesso la norma, il titolo, il numero e l'anno di pubblicazione);
     d. la data di rilascio del certificato;
     e. la firma e la qualifica della persona autorizzata al suo rilascio.
   - la Dichiarazione di Conformità ha la forma di un documento e deve essere strutturata secondo l'all. "A" della norma ISO/IEC 17050-1/2004 (ex EN 45014/98).

5.48 Strutture, attrezzature e mezzi dell'appaltatore

1. L'Azienda fornitrice/costruttrice dovrà essere attrezzata in modo da poter effettuare le attività di collaudo. In caso contrario la Stazione appaltante potrà chiedere che le prove di collaudo siano eseguite presso laboratorio di prova munito di attestato di accreditamento del SINAL.
2. È richiesto che lo/gli stabilimento/i di produzione del prodotto oggetto delle presenti specifiche sia/siano ubicato/i sul territorio dell'Unione Europea.

5.49 Non conformità

1. La Stazione appaltante, nel caso di riscontro di non conformità rispetto a quanto riportato nelle presenti specifiche tecniche, e comunque per aspetti non riguardanti l'esito delle Prove/Controlli/Collaudi, emetterà nei confronti dell'Azienda fornitrice apposita nota di non conformità.
2. L'Azienda fornitrice è tenuta a comunicare all' stazione appaltante le modalità ed i tempi per la risoluzione della non conformità rilevata, che comunque dovrà essere risolta entro 14 (quattordici) giorni dal ricevimento, da parte dell'Azienda fornitrice stessa, della nota di non conformità suindicata.
3. La Stazione appaltante si riserva di richiedere idonee azioni correttive per evitare il ripetersi della non conformità.

5.50 Verifiche ispettive (audit)

1. La Stazione appaltante si riserva, a suo insindacabile giudizio, la facoltà di effettuare verifiche ispettive (audit) in conformità alla norma UNI EN ISO 19011/2002, secondo date e modalità che saranno preventivamente comunicate dalla Stazione appaltante stessa, presso lo stabilimento di produzione delle unità di prodotto oggetto della presente scheda, ovvero presso gli stabilimenti di produzione delle singole parti costituenti le

unità di prodotto stesse.

2. La mancata autorizzazione a visitare lo/gli stabilimento/i di produzione e/o la mancata assistenza da parte dell'Azienda fornitrice/costruttrice nel corso delle Prove/Controlli/Collaudi nello/gli stabilimento/i di produzione stesso/i, comporterà il decadimento automatico dell'ordine fatto da Stazione appaltante

5.51 Oneri dell'appaltatore

1. L'Azienda fornitrice avrà l'obbligo di recepire le prescrizioni riportate nel presente documento e sarà reperibile, per eventuali comunicazioni e/o emergenze, ai recapiti telefonici e presso la sede Legale indicati al momento della stipula del contratto.
2. L'Azienda fornitrice dovrà garantire per 10 (dieci) anni, a partire dalla consegna presso Stazione appaltante, le unità di prodotto costituenti il lotto di fornitura da eventuali difetti di costruzione.
3. Sono a carico dell'Azienda fornitrice, infine, tutti i costi relativi all'esecuzione delle Prove/Controlli/Collaudi, secondo le modalità ed i tempi sopra riportati, comprese le spese di viaggio e soggiorno del personale di Stazione appaltante incaricato (due persone al massimo).

5.52 Valvole di ritegno a battente gommato

1. Le valvole di ritegno a battente gommato saranno realizzate con corpo in ghisa sferoidale, rivestite con vernici epossidiche, con articolazione in elastomero NBR del tipo senza usura, battente in ghisa rivestito in NBR a scomparsa totale, coperchio di ispezione per estrazione otturatore, tappo di svuotamento per la rimozione dei depositi che potrebbero determinare una non perfetta chiusura della valvola. Flangiata e forata secondo UNI EN 1092-1, con pressione di esercizio pari a 16 bar.

5.53 Riferimento a Norme e Regolamenti

1. Il materiale di cui trattasi deve essere conforme alle seguenti normative, cui ci si richiama per quanto non espressamente indicato nel presente Disciplinare:
   - Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 12 dicembre 1985 "*Norme tecniche relative alle tubazioni*", pubblicato sulla G.U. 14 marzo 1986 n. 61;
   - Decreto Legislativo del 25 febbraio 2000 "*Attuazione della direttiva 97/23/CE in materia di attrezzature in pressione*", pubblicato sulla G.U. 18 aprile 2000 n. 91;
   - Decreto del Ministero della Salute 06 aprile 2004 n. 174;
   - Norma UNI EN 1074 per le apparecchiature utilizzate in acquedotto;
   - Norme UNI EN 1092 per l'esecuzione di giunzioni del tipo a flangia;
   - Norma UNI EN 1563/12 per ghisa a grafite sferoidale.
2. Le norme, decreti e circolari sopra elencate e di seguito richiamate fanno parte integrante del presente disciplinare e, per patto, non si allegano.
3. Resta stabilito che, nel caso di discordanza tra le varie normative, l'ordine di prevalenza é il seguente:
   - Norme del presente Disciplinare;
   - Norma UNI EN 1074;
   - Norme UNI;
   - Restanti norme richiamate nel testo.

5.54 Flange

1. Le flange devono essere di pressione come da indicazioni progettuali e configurate secondo le richiamate norme UNI EN 1092.

5.55 Marcatura

1. Ogni giunto deve riportare almeno le seguenti indicazioni:
   - il nome o marchio del fabbricante;
   - l'anno di fabbricazione;
   - il diametro nominale (DN);
   - il riferimento normativo;
   - la classe di spessore o la pressione nominale;
   - l'identificazione della certificazione da parte di terzi, quando applicabile;
   - la marchiatura CE.
2. I primi quattro dati di marcatura sopra elencati dovranno essere ottenuti direttamente nella fase di fusione del getto e/o stampati a freddo; gli altri dati di marcatura potranno applicarsi mediante verniciatura sul getto.

5.56 Prove

1. La produzione dovrà essere sottoposta a Collaudo Idraulico e Funzionale in conformità alle Norme UNI 1074.
2. Al termine del collaudo, dopo la punzonatura di "Avvenuto Collaudo Positivo" dovrà essere stilato un certificato con evidenziati i dati di identificazione, la procedura utilizzata e la conformità alle norme di riferimento.

5.57 Filtri dual media (sabbia antracite)

1. I filtri dual media sono apparecchi specifici per la filtrazione selettiva della torbidità e delle sostanze sospese in genere, attraverso un letto filtrante, formato da più strati di minerali selezionati, quali un'antracite granulare a bassa densità, che costituisce lo strato più alto ed una sabbia silicea purissima, priva di carbonati, chimicamente inerte e di durata pressoché illimitata, adatti al contatto con acqua per uso alimentare, aventi granulometria e pesi specifici differenziati.
2. Al termine del ciclo produttivo, da predeterminare in funzione della qualità dell'acqua da filtrare, l'apparecchio dovrà effettuare automaticamente la fase di lavaggio, utilizzando di norma la stessa acqua greggia di alimento alle condizioni operative successivamente indicate.
3. Il filtro deve essere formato da un contenitore a forma cilindrica verticale, con distributore di fondo, robusti piedi di appoggio ed appositi passi di mano per ispezioni e caricamento delle masse filtranti. Tale contenitore deve essere costruito secondo la norma UNI-EN 10025 in lamiera di acciaio elettrosaldata Fe 360 B con fondi bombati e bordati, trattato contro la corrosione con il seguente ciclo di verniciatura:
   - internamente: processo di sabbiatura ed applicazione di una mano di fondo in primer epossipoliammidico bicomponente e doppio strato di vernice epossidica senza solventi, atossica per alimenti (spessore totale: circa 250 □);
   - esternamente: processo di sabbiatura ed applicazione di una mano di fondo in primer epossipoliammidico ed uno strato di smalto epossivinilico bicomponente (spessore totale: circa 100 □).

4. La batteria di manovra, che controlla le varie fasi operative, dovrà essere costituita da valvole indipendenti in ghisa, del tipo idropneumatico a diaframma, fra loro intercollegate con tubazioni e raccordi, il tutto sabbiato e verniciato internamente ed esternamente con polvere termoindurente epossidica atossica per alimenti.
5. Deve essere, inoltre, prevista l'installazione di due manometri per rilevamento pressione in ingresso/uscita con rispettivi rubinetti di prelievo campione ed appositi regolatori di flusso, tipo flangia tarata, per il controllo delle portate in controlavaggio, pre-servizio e produzione.
6. Il funzionamento dell'impianto dovrà essere gestito per mezzo di un programmatore elettronico a microprocessore con tastiera di programmazione di tutte le operazioni di servizio- rigenerazione e display luminoso per segnalazione dell'attuale stato operativo, mentre il comando diretto delle valvole a diaframma dovrà avvenire attraverso il pilota distributore rotativo alimentato con acqua (o aria compressa) prefiltrata da apposito microfiltro a cartuccia in dotazione.
7. A seconda del tipo di acqua, proveniente dalle diverse barriere idrauliche, i filtri a sabbia saranno dimensionati in maniera differente, in funzione anche delle prove di laboratorio da effettuarsi nell'ambito della progettazione esecutiva ma i dati di base sono i seguenti:

strato	Diametro granuli
Antracite	1,0-1,5 mm
Sabbia	0,4-0,8 mm
Sabbia	1,0-2,0 mm
Ghiaia	2,0-3,15 mm
Ghiaia	3,15-5,6 mm

8. L'ottima azione filtrante dell'antracite è dovuta alla forma irregolare dei grani, che permette alte velocità di filtrazione, maggiori capacità di ritenzione delle impurità e minore perdita di carico, dovrà essere conforme allo standard UNI ISO EN 12909 "Prodotti destinati al trattamento delle acque per consumo umano" e con contenuto di carbonio minimo 90 %, basso contenuto di silice, durezza 3° Mosh circa ed una granulometria compresa tra 0,6 e 3,00 mm in funzione della curva granulometrica ottimale scaturente dalle prove di laboratorio da effettuarsi in sede di progettazione esecutiva.

Caratteristiche fisiche	
Densità apparente (g/l)	950
Densità assoluta (g/l)	1400
Umidità all'imballo	2 % max
Ceneri	4 % (±2)
Sostanze volatili	3 % (±1)
Zolfo	0,5 % max
pH	8 ÷ 10

5.58 Filtri a carboni attivi

1. I filtri a carboni attivi sono apparecchi specifici per la eliminazione del cloro, dei composti organoalogenati ed altre sostanze tossico-nocive presenti nell'acqua, attraverso un letto filtrante, formato da unico strato di carbone attivo rigenerabile specificamente selezionato per l'adsorbimento dei suddetti prodotti inquinanti.
2. Il filtro deve essere formato da un contenitore a forma cilindrica verticale, con distributore di fondo a raggiera, robusti piedi di appoggio ed appositi passi d'uomo per ispezioni e caricamento del carbone. Tale contenitore

deve essere costruito in lamiera di acciaio elettrosaldata con fondi bombati e bordati, trattato contro la corrosione con il seguente ciclo di verniciatura:

- internamente: processo di sabbiatura ed applicazione di una mano di fondo in primer epossipoliammidico bicomponente e doppio strato di vernice epossidica senza solventi, atossica per alimenti (spessore totale: circa 250).
- esternamente: processo di sabbiatura ed applicazione di una mano di fondo in primer epossipoliammidico ed uno strato di smalto epossivinilico bicomponente (spessore totale: circa 100).

3. La batteria di manovra, che controlla le varie fasi operative, deve essere costituita da valvole indipendenti in ghisa, del tipo a farfalla, fra loro intercollegate con tubazioni e raccordi, il tutto sabbiato e verniciato internamente ed esternamente con polvere termoindurente epossidica atossica per alimenti. Sono incluse due prese campione differenziate sul fasciame per il controllo del progressivo avanzamento del fronte di esaurimento del letto di carbone.
4. Per agevolare le modalità di movimentazione del carbone, ciascuno filtro dovrà essere inoltre dotato di attacchi per il completo svuotamento per via idraulica mediante apposita cisterna autotrasportabile dotata di sistema ad eiettore.
5. Il carbone attivo deve essere granulare minerale e/o vegetale nuovo, non rigenerato, ed avere le seguenti caratteristiche tecniche:

Dimensioni grani	30 x 8 mesh (0.6 – 2.4 mm)
Superfice specifica	900 m²/g
Contenuto in ceneri	5 %
Densità apparente	0,50 g/cm³
Umidità	3 % max
Indice di iodio	800 mg/g
Blu di metilene	200 mg/g
Granulometria effettiva	> 8 mesh max 5 % – < 30 mesh max 5 %

5.59 Apparecchiature elettromeccaniche

1. La parte che segue detta le norme generali che regolano la fornitura e posa in opera di tutte le apparecchiature elettromeccaniche.
2. Le apparecchiature dovranno avere le caratteristiche necessarie a garantire regolare funzionamento nelle condizioni ambientali e climatiche proprie dei luoghi, tenendo conto in particolare delle basse temperature invernali che si verificano.
3. Le apparecchiature dovranno avere le caratteristiche costruttive e funzionali generali specificate nelle pagine che seguono, che andranno intese come caratteristiche minime. Tutte le apparecchiature elettromeccaniche dovranno essere realizzate e poste in opera nel pieno rispetto delle norme vigenti in materia, emanate od emanande, nazionali, regionali e locali.
4. Per quanto concerne gli aspetti elettrici rinvia al capitolato specifico.

5.60 Protezione delle superfici metalliche

1. Tutte le apparecchiature, secondo la loro funzione, devono essere protette contro la corrosione. I materiali di tutti gli elementi dell'impianto che vengono vicendevolmente a contatto devono essere, dal punto di vista del materiale, fatti combaciare a tal punto da evitare ogni processo corrosivo (elettrolitico o chimico) secondo le regole della tecnica. L'eventuale isolamento elettrico per mezzo di rivestimenti di materiale plastico, basi in gomma e simile, in modo da non determinare alcun collegamento fra i materiali in grado di comporsi sarà da intendersi compreso nella fornitura. In particolare sarà compito dell'Appaltatore adottare tutte le misure necessarie per evitare con sicurezza il sorgere di processi di corrosione elettrolitica.
2. Le superfici metalliche saranno protette con i metodi seguenti, se non diversamente o espressamente specificato.

5.61 Zincatura a caldo

1. Tale protezione è da realizzarsi per carpenterie varie previa l'attuazione dei trattamenti preliminari di sabbiatura, decapaggio e sgrassatura.
2. La zincatura va eseguita con zinco ad elevata purezza (99,5%), Classe di rivestimento "Normale" corrispondente a 380 – 400 g zinco/mq. 55 – 60 micron
3. I ritocchi in opera con zincante inorganico a freddo sono ammessi solo in via eccezionale e con
4. autorizzazione scritta della Direzione Lavori.
5. È vietata la giunzione mediante saldatura di parti zincate per motivi di aggiustaggio al montaggio. Le strutture metalliche prima di essere sottoposte a trattamento di zincatura, devono essere assemblate in cantiere per verificarne la corretta esecuzione.

5.62 Verniciatura epossidica o eposidicobituminosa

1. Tale protezione è da realizzarsi per parti metalliche a contatto con acqua quando non previste in acciaio inox.
2. La preparazione delle superfici sarà effettuata tramite sabbiatura al "metallo bianco". Di seguito si riporta il ciclo di verniciatura
   - Numero delle mani: tre (a colori differenziati)
   - Spessore minimo: 250 micron, dry film

I° MANO

   - Prodotto: Zincante inorganico
   - Spessore: 50 micron (min. dry film)

2° MANO

   - Prodotto: vernice epoxy tar a 2 componenti
   - Spessore: 100 microns, min dry film

3° MANO

   - Prodotto: vernice epoxy tar a 2 componenti
   - Spessore: 100 microns, min dry film

Nota:

Sabbiatura, 1° mano, 2° mano: in officina
ritocchi e 3° mano: in opera

5.63 Pompe sommergibili

1. Le pompe dovranno essere idonee al pompaggio delle acque trattate dall'impianto di progetto con funzionamento continuo.
2. Il tipo di girante ed il valore della sezione di passaggio dovranno essere idonee alle caratteristiche del fluido pompato.
3. La potenza nominale del motore elettrico dovrà essere superiore (o uguale) alla potenza assorbita dalla pompa nel punto più sfavorevole della curva caratteristica portata-prevalenza.
4. La curva caratteristica portata-prevalenza dovrà essere perfettamente stabile nel campo operativo di portata richiesta.
5. La tenuta idraulica sull'albero dovrà essere di tipo meccanico, lubrificata da una camera ad olio e non richiedere alcuna manutenzione. Le pompe sommergibili dovranno essere complete di sistema di accoppiamento automatico costituito da un basamento da fissare sul fondo vasca con sistema di collegamento alla tubazione di mandata flangiato UNI, e dovranno essere inoltre previsti:
    - sistemi di profilati guida o sistemi analoghi in acciaio inox AISI 304 per il sollevamento della pompa;
    - attacco per profilato guida o analoghi sistemi in acciaio inox:
    - catena di sollevamento in acciaio inox;
6. Le pompe dovranno avere il corpo e la girante in ghisa ad alta resistenza, dovranno essere collaudate in conformità alle norme vigenti e dovranno essere protette superficialmente con vernice a base epossidica.
7. L'elettropompa è equipaggiata con una targhetta riportante le seguenti informazioni:
    - identificazione produttore;
    - versione (accessori installati e materiali tenute meccaniche);
    - tensione nominale d'alimentazione;
    - corrente assorbita dalla rete;
    - potenza assorbita dalla pompa;
    - grado di protezione dell'involucro;
    - portata nominale;
    - prevalenza nominale;
    - nonché tutte le informazioni previste dalle norme vigenti.
8. ***Verniciatura speciale anti-corrosiva.*** In considerazione del sito di utilizzo, tutte le pompe installate dovranno essere ricoperte, prima dell'assemblaggio (onde evitare il mancato ricoprimento di parti di non facile accesso), con una verniciatura speciale per la protezione dell'aggressione da cloruri. La verniciatura non dovrà essere applicata a parti realizzate con materiale non metallico.
9. Tutte le superfici in ghisa, acciaio zincato, alluminio e acciaio inox devono essere sgrassate e risciacquate prima di applicare la verniciatura.
10. *Sabbiatura.* Grado di sabbiatura Sa 2½ secondo le norme ISO 8501-1. Ciò indica una sabbiatura molto accurata. Scaglie, ruggine ed altre particelle devono essere rimosse a fondo senza lasciare tracce residue. Rimuovere la polvere con un aspiratore, ad aria compressa o con una spazzola pulita. L'umidità relativa al locale sabbiatura deve essere inferiore al 50%. Qualsiasi tipo di protezione superficiale deve essere totalmente rimossa. Per le parti in ghisa e acciaio, le superfici devono essere trattate con sabbiatura OLIVINA

o METALLICA. Le superfici devono essere pulite e verificate secondo il metodo Bresle e le norme ISO 8502-6. Il valore non deve superare i 50 mg/m² Per le parti in acciaio zincato, alluminio ed acciaio inox, le superfici devono essere sabbiate con ossido di alluminio o silicato di alluminio. Quando si sabbia l'acciaio zincato occorre rimuovere completamente lo strato di zinco. Le parti sabbiate devono essere conservate in ambiente con umidità inferiore al 50% prima della verniciatura e devono essere verniciate entro 6 h dopo la sabbiatura. Le parti verniciate devono essere immagazzinate in ambiente protetto dalle intemperie.

11. *Preparazione prima della finitura.* Prima della finitura i pezzi devono essere puliti, asciutti e privi di ruggine. Il detergente deve essere adatto a rimuovere le impurità senza danneggiare il fondo. Le superfici esterne lavorate, che non devono essere verniciate, sono trattate con un agente anti-corrosivo prima dell'assemblaggio. Il prodotto in eccesso deve essere rimosso prima dell'ultima mano di finitura. Lo statore deve essere introdotto nel relativo alloggio prima della finitura.
12. *Finitura.* Applicazione prevista a spruzzo. Applicare la vernice in modo da evitare eventuali gocce. Nei punti difficili verniciatura alternativa a pennello. Numero minimo di mani da applicare: 2.
13. *Anodi di zinco.* Al termine della verniciatura finale, dovranno essere applicati gli anodi di zinco per la protezione dalla corrosione.

5.64 Ponte raschiatore periferico

1. Dovrà essere prevista la fornitura e l'installazione di ponti raschiatori periferici per vasche in

c.a. di forma circolare. Le apparecchiature dovranno essere dotate di due carrelli motrice/folle regolabili con ruote, dotate di opportuno rivestimento, cuscinetto di base a sfere per rotazione su pilastro centrale con ingrassaggio dalla passerella, cilindro diffusore centrale.

2. Le raschie di fondo, calate con tiranti e staffe, dovranno essere dotate di ruote snodate.

L'apparecchiatura dovrà, inoltre, essere dotata di una lama di superficie.

3. Tutte le parti (emerse e sommerse) del ponte raschiatore dovranno essere realizzate in acciaio INOX AISI 304.
4. L'apparecchiatura dovrà essere equipaggiata con un motore di avanzamento per il carroponte e di un motore per il sollevamento e l'abbassamento delle raschie, entrambi con grado di protezione IP55.
5. La fornitura dovrà essere completata con:
   - profilo paraschiuma e scum box in acciaio INOX 304;
   - profilo Thomson con staffe in acciaio INOX 304;
   - un quadro elettrico di comando e protezione di tipo elettromeccanico, con sensore per il blocco delle ruote, relè, pulsante di emergenza e grado di protezione IP65.

5.65 Ponte raschiatore va e vieni

1. Dovrà essere prevista la fornitura e l'installazione di ponti raschiatori di tipo va e vieni per vasche in c.a. di forma rettangolare. Le apparecchiature dovranno essere dotate di due carrelli laterali con due ruote motrici e due ruote folli, dotate di opportuno rivestimento.
2. Le raschie di fondo, sostenute da specifico traliccio, dovranno essere dotate di ruote regolabili.

L'apparecchiatura dovrà, inoltre, essere dotata di una lama di superficie.

3. Tutte le parti (emerse e sommerse) del ponte raschiatore dovranno essere realizzate in acciaio INOX AISI 304.
4. L'apparecchiatura dovrà essere equipaggiata con un motore di avanzamento per il carroponte e di un motore

per il sollevamento e l'abbassamento delle raschie, entrambi con grado di protezione IP55.

5. La fornitura dovrà essere completata con un quadro elettrico di comando e protezione di tipo elettromeccanico, con pulsante di emergenza e grado di protezione IP65.

5.66 Ponte raschiatore per ispessitore

1. Si prevede la fornitura di ponti raschiatori per ispessitori di forma circolare, con albero albero centrale rotativo con bracci, picchetti e tiranti, raschie di fondo sospese con profilo in gomma neoprene intercambiabile, picchetti per pozzetto centrale e cilindro diffusore centrale con staffe di sostegno. L'apparecchiatura dovrà essere equipaggiata con gruppo motorizzazione con dispositivo dinamometrico, sensore per segnalazione intervento e profilo Thomson con staffe di fissaggio.
2. La fornitura dovrà essere completata con un quadro elettrico di comando e protezione di tipo elettromeccanico, con pulsante di emergenza e grado di protezione IP65.

5.67 Nastropressa

1. L'essiccazione dei fanghi prodotti dovrà essere effettuata con nastropresse in acciaio INOX AISI 304, dotate di rulli con cuscinetti, rulli gommati per trazione e centraggio teli, scivoli con vaschette per la raccolta dell'acqua drenata, rampe con ugelli autopulenti per controlavaggio dei teli, impianto idraulico con filtro, pistoni pneumatici per il tensionamento ed il centraggio dei teli, sensori elettrici per il centraggio dei teli, raschiatori anteriori in polietilene intercambiabili, coperture di protezione in rete metallica, compressore d'aria per il tensionamento ed il centraggio dei teli.
2. I teli filtranti dovranno essere costituiti in poliestere. L'apparecchiatura dovrà essere, inoltre, equipaggiata con motore con grado di protezioneIP55 con inverter, velocità variabile, limitatore di coppia elettronico e soft start.

5.68 Pompa monovite per alimentazione fango ispessito

1. Le pompe di alimentazione dei fanghi ispessiti dovranno essere di tipo volumetrico monovite a cavità progressiva e dovranno essere complete di azionamento con motoriduttore predisposto per inverter, incluso nel quadro di comando. Il corpo della pompa dovrà essere realizzato in ghisa, mentre il rotore e l'albero di trasmissione dovranno essere realizzati in acciaio INOX AISI 420.

5.69 Torre di strippaggio

1. Per la rimozione dell'ammoniaca, si prevede l'installazione di torri di strippaggio realizzate in polipropilene. Ciascun impianto dovrà essere dotato di elettropompe orizzontali sotto battente in acciaio inox per il ricircolo, di sistema per il reintegro automatico dell'acqua e di sistema per il reintegro automatico del reagente. Ogni torre di strippaggio dovrà essere dotata di un quadro elettrico di controllo e comando per le elettropompe e la restante strumentazione installata. I corpi di riempimento dovranno essere costituiti in materiale plastico.

5.70 Sonda per la misura del pH

1. Per la misurazione del pH, si prevede l'installazione di strumenti con calibrazione automatica e compensazione della temperatura. Le sonde dovranno essere dotate di display LCD e dovranno essere dotate di una guaina di protezione in plastica resistente con cavo di alimentazione in gomma rinforzata e connettore DIN in acciaio INOX.

5.71 Sonda per la misura dell'ammoniaca

1. La rilevazione dell'ammoniaca nei composti gassosi dovrà essere effettuata attraverso strumentazione certificata ATEX con grado di protezione IP66. Le sonde installate dovranno essere dotate di display per la visualizzazione delle misure in continuo, di un sistema di registrazione cronologica delle rilevazioni per un tempo minimo di 12 mesi e di un sistema di allarme vibrante, visivo e sonoro.

5.72 Sonda per la misura dei solidi sospesi totali

1. Per la rilevazione dei solidi sospesi totali nel liquido in trattamento, si prevede la fornitura di misuratori con sensori ottici ad emissioni di infrarossi, con sistema di compensazione automatica della temperatura e sistema di calibrazione automatica. La sonda dovrà essere in grado di effettuare misure in tempo reale ed avere un sistema di memoria di backup per l'archiviazione dati.

5.73 Sonda per la misura del cromo esavalente

1. Per la misurazione del cromo esavalente Cr(VI), si prevede l'installazione di un analizzatore con sistema di rilevazione colorimetrico. Il colorimetro dovrà essere costituito da un gruppo compatto di fotometri con limite di rilevamento compreso nel range µg/L basso.
2. L'apparecchiatura dovrà essere dotata di sistema di calibrazione e convalida delle misurazioni, nonché di micropompe di precisione per il dosaggio dei reagenti. Dovrà essere prevista anche la fornitura di un software di controllo dell'analizzatore, che darà impulso sia all'inizializzazione che alle operazioni di autopulizia.
3. Tutti i componenti hardware dovranno essere controllati dal un pannello integrato. Il campo di fondo scala dovrà essere superiore al 2% per soluzioni campione standard.
4. Al fine di minimizzare le interferenze di assorbanza con le misurazioni colorimetriche, a monte dell'analizzatore colorimetrico, si dovrà prevedere l'installazione di un sistema di microfiltrazione autopulente con funzionamento completamente automatico con sistema di controlavaggio ad aria compressa (blow-back).

6 SPECIFICHE TECNICHE PER IMPIANTI ELETTRICI

6.1 Categoria d'opera

1. Gli impianti elettrici saranno trattati suddivisi nelle categorie come di seguito descritto:
    - EL - Impianti elettrici ordinari:
        - Ricezione MT, Cabina elettrica MT/BT e GE
        - Sistemi di continuità assoluta
        - Messa a terra di protezione
        - Protezione contro le scariche atmosferiche
        - Comandi di emergenza
        - Distribuzione primaria
        - Impianto luce-FM
        - Sistema di controllo e gestione
    - SP - Impianti speciali
        - Impianto trasmissione dati
    - SI - Impianti di videosorveglianza
        - Impianti TVCC a circuito chiuso

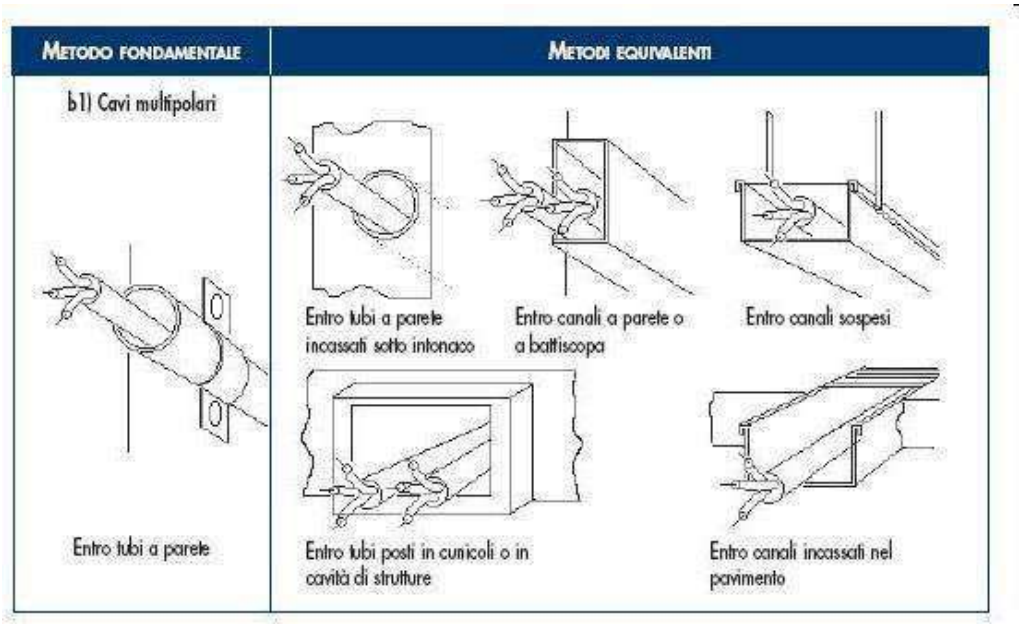
6.2 Prescrizioni tecniche generali. Requisiti di rispondenza a norme leggi, regolamenti

1. Gli impianti dovranno essere realizzati a regola d'arte come prescritto dall'art. 6, comma 1 del D.M. 22/01/2008, n. 37 e s.m.i. e secondo quanto previsto dal D.lgs. n. 81/2008 e s.m.i. Saranno considerati a regola d'arte gli impianti realizzati in conformità alla vigente normativa e alle norme dell'UNI, del CEI o di altri Enti di normalizzazione appartenenti agli Stati membri dell'Unione europea o che sono parti contraenti dell'accordo sullo spazio economico europeo.
2. Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, dovranno corrispondere alle norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare essere conformi:
    - alle prescrizioni di Autorità Locali, comprese quelle dei VVF;
    - alle prescrizioni e indicazioni dell'Azienda Distributrice dell'energia elettrica;
    - alle prescrizioni e indicazioni dell'Azienda Fornitrice del Servizio Telefonico;
    - alle Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano); - al Regolamento CPR UE n. 305/2011.

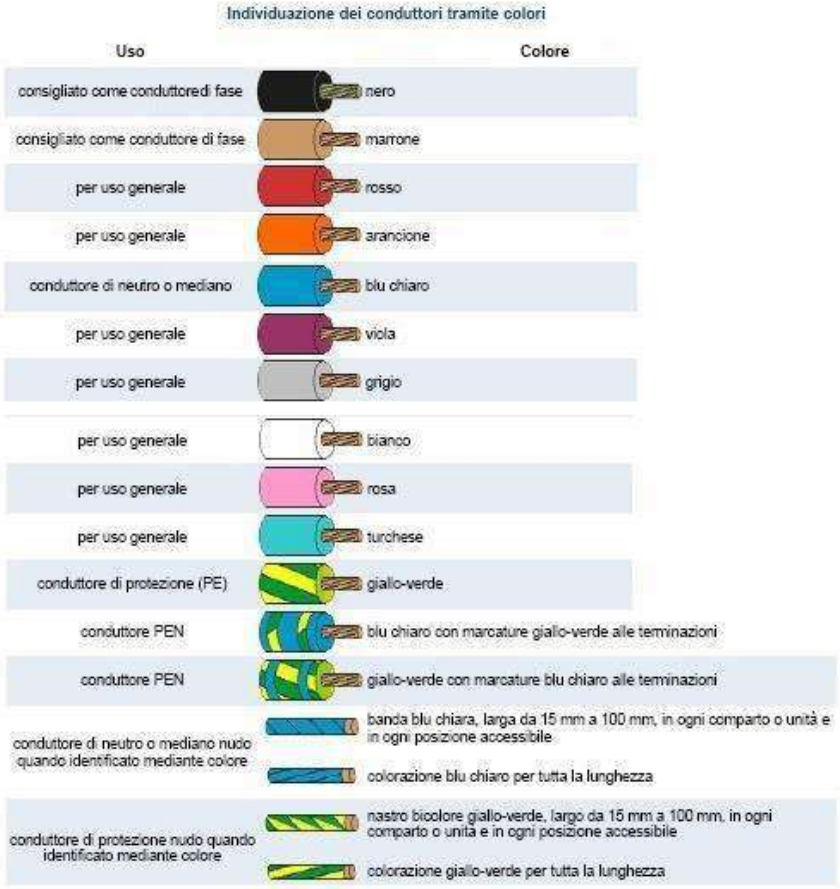
6.3 Cavi

1. Con la denominazione di cavo elettrico si intende indicare un conduttore uniformemente isolato oppure un insieme di più conduttori isolati, ciascuno rispetto agli altri e verso l'esterno, e riuniti in un unico complesso provvisto di rivestimento protettivo.
2. La composizione dei cavi ammessi è da intendersi nelle seguenti parti:
    - il conduttore: la parte metallica destinata a condurre la corrente;
    - l'isolante: lo strato esterno che circonda il conduttore;
    - l'anima: il conduttore con il relativo isolante;
    - lo schermo: uno strato di materiale conduttore che è inserito per prevenire i disturbi;
    - la guaina: il rivestimento protettivo di materiale non metallico aderente al conduttore.

3. Il sistema di designazione, ricavato dalla Norma CEI 20-27, si applica ai cavi da utilizzare armonizzati in sede CENELEC. I tipi di cavi nazionali, per i quali il CT 20 del CENELEC ha concesso espressamente l'uso, possono utilizzare tale sistema di designazione. Per tutti gli altri cavi nazionali si applica la tabella CEI-UNEL 35011: "Sigle di designazione".
4. Ai fini della designazione completa di un cavo, la sigla deve essere preceduta dalla denominazione "Cavo" e dalle seguenti codifiche:
    1) Numero, sezione nominale ed eventuali particolarità dei conduttori
    2) Natura e grado di flessibilità dei conduttori
    3) Natura e qualità dell'isolante
    4) Conduttori concentrici e schermi sui cavi unipolari o sulle singole anime dei cavi multipolari
    5) Rivestimenti protettivi (guaine/armature) su cavi unipolari o sulle singole anime dei cavi multipolari
    6) Composizione e forma dei cavi
    7) Conduttori concentrici e schermi sull'insieme delle anime dei cavi multipolari
    8) Rivestimenti protettivi (guaine armature) sull'insieme delle anime dei cavi multipolari
    9) Eventuali organi particolari
    10) Tensione nominale
5. Alla sigla seguirà la citazione del numero della tabella CEI-UNEL, ove questa esista, e da eventuali indicazioni o prescrizioni complementari precisati.
6. Isolamento dei cavi: I cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria dovranno essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale (Uo/U) non inferiori a 450/750V. Quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando dovranno essere adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500V. Questi ultimi, se posati nello stesso tubo, condotto o canale con cavi previsti con tensioni nominali superiori, dovranno essere adatti alla tensione nominale maggiore. I metodi di installazione consentiti potranno comprendere uno o più tra quelli illustrati di seguito, come da indicazione progettuale e/o della Direzione Lavori:



7. Colorazione delle anime. I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti dovranno essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI UNEL 00712, 00722, 00724, 00726, 00727 e CEI EN 50334. In particolare, i conduttori di neutro e protezione dovranno essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde. Per quanto riguarda i conduttori di fase, gli stessi dovranno essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: nero, grigio (cenere) e marrone.
8. Saranno comunque ammesse altre colorazioni per cavi in bassa tensione, in particolare per cavi unipolari secondo la seguente tabella:



6.4 Prescrizioni riguardanti i circuiti - Cavi e conduttori:

1. Il decreto legislativo n.106/2017 vieta a partire dal 9 agosto 2017 l'installazione di cavi non conformi al Regolamento UE "CPR" n. 305/2011 immessi sul mercato dopo il primo luglio 2017.
2. I cavi non ancora disponibili al momento della redazione del progetto potranno essere prescritti dal professionista e installati purché immessi sul mercato prima del primo luglio. I cavi acquistati prima del primo luglio potranno essere utilizzati senza limiti di tempo. Tuttavia dovranno essere impiegati cavi CPR corrispondenti qualora questi dovessero rendersi disponibili sul mercato prima dell'esecuzione dell'impianto.
3. Sezioni minime e cadute di tensione ammesse: le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensione non superi il valore del 4% della tensione a vuoto) dovranno essere scelte tra quelle unificate. In ogni caso non dovranno essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI UNEL

35024/1 ÷ 2. Indipendentemente dai valori ricavati con le precedenti indicazioni, le sezioni minime ammesse sono:

- 0,75 mm² per circuiti di segnalazione e telecomando;
- 1,5 mm² per illuminazione di base, derivazione per prese a spina per altri apparecchi di illuminazione e per apparecchi con potenza unitaria inferiore o uguale a 2,2 kW;
- 2,5 mm² per derivazione con o senza prese a spina per utilizzatori con potenza unitaria superiore a 2,2 kW e inferiore o uguale a 3 kW;
- 4 mm² per montanti singoli e linee alimentanti singoli apparecchi utilizzatori con potenza nominale superiore a 3 kW;

4. Sezione minima dei conduttori neutri: la sezione del conduttore di neutro non dovrà essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase. In circuiti polifasi con conduttori di fase aventi sezione superiore a 16 mm² se in rame od a 25 mm2 se in alluminio, la sezione del conduttore di neutro potrà essere inferiore a quella dei conduttori di fase, col minimo tuttavia di 16 mm² (per conduttori in rame), purché siano soddisfatte le condizioni dell'art. 524.3 della norma CEI 64-8/5.
5. Sezione dei conduttori di terra e protezione: la sezione dei conduttori di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, se costituiti dallo stesso materiale dei conduttori di fase, non dovrà essere inferiore a quella indicata nella tabella seguente, tratta dall'art. 543.1.2 della norma CEI 64-8/5.

SEZIONE MINIMA DEL CONDUTTORE DI PROTEZIONE	
Sezione del conduttore di fase dell'impianto S (mm²)	**Sezione minima del conduttore di protezione Sp (mm²)**
$S \leq 16$	$Sp = S$
$16 < S \leq 35$	$Sp = 16$
$S > 35$	$Sp = S/2$

In alternativa ai criteri sopra indicati sarà consentito il calcolo della sezione minima del conduttore di protezione mediante il metodo analitico indicato nell'art. 543.1.1 della norma CEI 648/5.

6. Sezione minima del conduttore di terra: La sezione del conduttore di terra dovrà essere non inferiore a quella del conduttore di protezione (in accordo all'art. 543.1 CEI 64-8/5) con i minimi di seguito indicati tratti dall'art. 542.3.1 della norma CEI 64-8/5:

Sezione minima (mm²)

- protetto contro la corrosione ma non meccanicamente 16 (CU) 16 (FE)
- non protetto contro la corrosione 25 (CU) 50 (FE)

6.5 Classi di prestazione dei cavi elettrici in relazione all'ambiente di installazione / livello di rischio incendio

1. La Norma CEI UNEL 35016 fissa, sulla base delle prescrizioni normative installative CENELEC e CEI, le quattro classi di reazione al fuoco per i cavi elettrici in relazione al Regolamento Prodotti da Costruzione (UE 305/2011), che consentono di rispettare le prescrizioni installative nell'attuale versione della Norma CEI 64-8.
2. La Norma CEI UNEL si applica a tutti i cavi elettrici, siano essi per il trasporto di energia o di trasmissione dati con conduttori metallici o dielettrici, per installazioni permanenti negli edifici e opere di ingegneria civile con lo scopo di supportare progettisti ed utilizzatori nella scelta del cavo adatto per ogni tipo di installazione.

CLASSIFICAZIONE DI REAZIONE AL FUOCO				LUOGHI	CAVI
Requisito principale	Classificazione aggiuntiva			Tipologie degli ambienti di installazione	Designazione CPR (Cavi da utilizzare)
Fuoco (1)	Fumo (2)	Gocce (3)	Acidità (4)		
B2ca	s1a	d1	a1	AEREOSTAZIONI • STAZIONI FERROVIARIE • STAZIONI MARITTIME • METROPOLITANE IN TUTTO O IN PARTE SOTTERRANEE • GALLERIE STRADALI DI LUNGHEZZA SUPERIORE AI 500M • FERROVIE SUPERIORI A 1000M.	FG 18OM16 1-0,6/1 kV FG 18OM18 - 0,6/1 kV
Cca	s1b	d1	a1	STRUTTURE SANITARIE CHE EROGANO PRESTAZIONI IN REGIME DI RICOVERO OSPEDALIERO E/O RESIDENZIALE A CICLO CONTINUATIVO E/O DIURNO • CASE DI RIPOSO PER ANZIANI CON OLTRE 25 POSTI LETTO • STRUTTURE SANITARIE CHE EROGANO PRESTAZIONI DI ASSISTENZA SPECIALISTICA IN REGIME AMBULATORIALE, IVI COMPRESE QUELLE RIABILITATIVE, DI DIAGNOSTICA STRUMENTALE E DI LABORATORIO • LOCALI DI SPETTACOLO E DI INTRATTENIMENTO IN GENERE IMPIANTI E CENTRI SPORTIVI, PALESTRE, SIA DI CARATTERE PUBBLICO CHE PRIVATO •	FG16OM16 - 0,6/1 kV FG17 - 450/750 V H07Z1-N Type2

				ALBERGHI • PENSIONI • MOTEL • VILLAGGI ALBERGO • RESIDENZE TURISTICO-ALBERGHIERE • STUDENTATI • VILLAGGI TURISTICI • AGRITURISMI • OSTELLI PER LA GIOVENTÙ • RIFUGI ALPINI • BED & BREAKFAST • DORMITORI • CASE PER FERIE CON OLTRE 25 POSTI LETTO • STRUTTURE TURISTICO-RICETTIVE ALL'ARIA APERTA (CAM-PEGGI, VILLAGGI TURISTICI, ECC.) CON CAPACITÀ RICETTIVA SUPERIORE A 400 PERSONE • SCUOLE DI OGNI ORDINE, GRADO E TIPO, COLLEGI, ACCADEMIE CON OLTRE 100 PERSONE PRESENTI • ASILI NIDO CON OLTRE 30 PERSONE PRESENTI • LOCALI ADIBITI AD	450/750 V

CLASSIFICAZIONE DI REAZIONE AL FUOCO				**LUOGHI**	**CAVI**
Requisito principale	**Classificazione aggiuntiva**			**Tipologie degli ambienti di installazione**	**Designazione CPR (Cavi da utilizzare)**
Fuoco (1)	**Fumo (2)**	**Gocce (3)**	**Acidità (4)**		
				ESPOSIZIONE E/O VENDITA ALL'INGROSSO AL DETTAGLIO, FIERE E QUARTIERI FIERISTICI • AZIENDE ED UFFICI CON OLTRE 300 PERSONE PRESENTI • BIBLIOTECHE • ARCHIVI • MUSEI • GALLERIE • ESPOSIZIONI • MOSTRE • EDIFICI DESTINATI AD USO CIVILE, CON ALTEZZA ANTINCENDIO SUPERIORE A 24M.	
				EDIFICI DESTINATI AD USO CIVILE, CON	FG16OR16 - 0,6/1 kV

Cca	**s3**	**d1**	**a3**	ALTEZZA ANTINCENDIO INFERIORE A 24M • SALE D'ATTESA • BAR • RISTORANTI • STUDI MEDICI.	FS17 - 450/750 V
Eca	**-**	**-**	**-**	ALTRE ATTIVITÀ: INSTALLAZIONI NON PREVISTE NEGLI EDIFICI DI CUI SOPRA E DOVE NON ESISTE RISCHIO DI INCENDIO E PERICOLO PER PERSONE E/O COSE.	H05RN – F; H07RN - F H07V-K; H05VV-F

6.6 Tubi Protettivi - Percorso tubazioni - Cassette di derivazione

1. I conduttori, a meno che non si tratti di installazioni volanti, dovranno essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente.
2. Dette protezioni potranno essere: tubazioni, canalette porta cavi, passerelle, condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile ecc. Negli impianti industriali, il tipo di installazione dovrà essere concordato di volta in volta con la Stazione Appaltante. Negli impianti in edifici civili e similari si dovranno rispettare le seguenti prescrizioni:
   - nell'impianto previsto per la realizzazione sotto traccia, i tubi protettivi dovranno essere in materiale termoplastico serie leggera per i percorsi sotto intonaco, in acciaio smaltato a bordi saldati oppure in materiale termoplastico serie pesante per gli attraversamenti a pavimento;
   - il diametro interno dei tubi dovrà essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi in esso contenuti. Tale coefficiente di maggiorazione dovrà essere aumentato a 1,5 quando i cavi siano del tipo sotto piombo o sotto guaina metallica; il diametro del tubo dovrà essere sufficientemente grande da permettere di sfilare e reinfilare i cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi stessi o i tubi. Comunque il diametro interno non dovrà essere inferiore a 10 mm;
   - il tracciato dei tubi protettivi dovrà consentire un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa) o verticale. Le curve dovranno essere effettuate con raccordi o con piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi;
   - ad ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria dei locali, ad ogni derivazione da linea principale e secondaria e in ogni locale servito, la tubazione dovrà essere interrotta con cassette di derivazione;
   - le giunzioni dei conduttori dovranno essere eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti o morsettiere. Dette cassette dovranno essere costruite in modo che nelle condizioni di installazione non sia possibile introdurvi corpi estranei, dovrà inoltre risultare agevole la dispersione di calore in esse prodotta. Il coperchio delle cassette dovrà offrire buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo;
   - i tubi protettivi dei montanti di impianti utilizzatori alimentati attraverso organi di misura centralizzati e le relative cassette di derivazione dovranno essere distinti per ogni montante. Sarà possibile utilizzare lo stesso tubo e le stesse cassette purché i montanti alimentino lo stesso complesso di locali e siano contrassegnati, per la loro individuazione, almeno in corrispondenza delle due

estremità;

- qualora si preveda l'esistenza, nello stesso locale, di circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi, questi dovranno essere protetti da tubi diversi e far capo a cassette separate. Tuttavia sarà possibile collocare i cavi nello stesso tubo e far capo alle stesse cassette, purché essi siano isolati per la tensione più elevata e le singole cassette siano internamente munite di diaframmi, non amovibili se non a mezzo di attrezzo, tra i morsetti destinati a serrare conduttori appartenenti a sistemi diversi.

3. Il numero dei cavi che potranno introdursi nei tubi è indicato nella tabella seguente:

NUMERO MASSIMO DI CAVI UNIPOLARI DA INTRODURRE IN TUBI PROTETTIVI
(i numeri tra parentesi sono per i cavi di comando e segnalazione)

diam. e/diam.i mm	Sezione dei cavi in mm²								
	(0,5)	(0,75)	(1)	1,5	2,5	4	6	10	16
12/8,5	(4)	(4)	(2)						
14/10	(7)	(4)	(3)	2					
16/11,7			(4)	4	2				
20/15,5			(9)	7	4	4	2		
25/19,8			(12)	9	7	7	4	2	
32/26,4					12	9	7	7	3

4. I tubi protettivi dei conduttori elettrici collocati in cunicoli, ospitanti altre canalizzazioni, dovranno essere disposti in modo da non essere soggetti ad influenze dannose in relazione a sovrariscaldamenti, sgocciolamenti, formazione di condensa ecc. Non potranno inoltre collocarsi nelle stesse incassature montanti e colonne telefoniche o radiotelevisive. Nel vano degli ascensori o montacarichi non sarà consentita la messa in opera di conduttori o tubazioni di qualsiasi genere che non appartengano all'impianto dell'ascensore o del montacarichi stesso.
5. I circuiti degli impianti a tensione ridotta per "controllo ronda" e "antifurto", nonché quelli per impianti di traduzioni simultanee o di teletraduzioni simultanee, dovranno avere i conduttori in ogni caso sistemati in tubazioni soltanto di acciaio smaltato o tipo mannesman.

6.7 Posa di cavi elettrici isolati

1. Per la posa in opera delle tubazioni a parete o a soffitto ecc., in cunicoli, intercapedini, sotterranei ecc. valgono le prescrizioni per la posa dei cavi in cunicoli praticabili, coi dovuti adattamenti.
2. I cavi saranno possono essere posati:
   - entro scanalature esistenti sui piedritti nei cunicoli (appoggio continuo), all'uopo fatte predisporre dalla Stazione Appaltante;
   - entro canalette di materiale idoneo, come cemento ecc. (appoggio egualmente continuo) tenute in sito da mensoline in piatto o profilato d'acciaio zincato o da mensoline di calcestruzzo armato;
   - direttamente sui ganci, grappe, staffe o mensoline (appoggio discontinuo) in piatto o profilato d'acciaio

zincato ovvero di materiali plastici resistenti all'umidità ovvero ancora su mensoline di calcestruzzo armato.

3. Dovendo disporre i cavi in più strati, dovrà essere assicurato un distanziamento fra strato e strato pari ad almeno una volta e mezzo il diametro del cavo maggiore nello strato sottostante con un minimo di cm 3, onde assicurare la libera circolazione dell'aria.
4. A questo riguardo l'Impresa aggiudicataria dovrà tempestivamente indicare le caratteristiche secondo cui dovranno essere dimensionate e conformate le eventuali canalette di cui sopra, mentre, se non diversamente prescritto dalla Stazione Appaltante, sarà a carico dell'Impresa aggiudicataria soddisfare tutto il fabbisogno di mensole, staffe, grappe e ganci di ogni altro tipo, i quali potranno anche formare rastrelliere di conveniente altezza.
5. Per il dimensionamento e i mezzi di fissaggio in opera (grappe murate, chiodi sparati ecc.) dovrà tenersi conto del peso dei cavi da sostenere in rapporto al distanziamento dei supporti, che dovrà essere stabilito di massima intorno a cm 70.
6. In particolari casi, la Stazione Appaltante potrà preventivamente richiedere che le parti in acciaio debbano essere zincate a caldo.
7. I cavi dovranno essere provvisti di fascette distintive, in materiale inossidabile, distanziate ad intervalli di m 150-200.

6.8 Protezione contro i contatti indiretti

1. Dovranno essere protette contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori, normalmente non in tensione ma che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse).
2. Per la protezione contro i contatti indiretti, ogni impianto elettrico utilizzatore o raggruppamento di impianti contenuti in uno stesso edificio e nelle sue dipendenze (quali portinerie distaccate e simili), dovrà avere un proprio impianto di terra.
3. A tale impianto di terra dovranno essere collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili destinati ad adduzione, distribuzione e scarico delle acque, nonché tutte le masse metalliche accessibili di notevole estensione esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore stesso.

6.9 Impianto di messa a terra e sistemi di protezione contro i contatti indiretti

1. Per ogni edificio contenente impianti elettrici dovrà essere opportunamente previsto, in sede di costruzione, un proprio impianto di messa a terra (impianto di terra locale) che dovrà soddisfare le prescrizioni delle vigenti norme CEI 64-8/1 ÷ 7 e 64-12. Tale impianto dovrà essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche periodiche di efficienza e comprende:
   a) il dispersore (o i dispersori) di terra, costituito da uno o più elementi metallici posti in intimo contatto con il terreno e che realizza il collegamento elettrico con la terra (norma CEI 64- 8/5);
   b) il conduttore di terra, non in intimo contatto con il terreno destinato a collegare i dispersori fra di loro e al collettore (o nodo) principale di terra. I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno dovranno essere considerati a tutti gli effetti dispersori per la parte interrata e conduttori di terra per la parte non interrata o comunque isolata dal terreno (norma CEI 64-8/5);
   c) il conduttore di protezione, parte del collettore di terra, arriverà in ogni impianto e dovrà essere collegato a tutte le prese a spina (destinate ad alimentare utilizzatori per i quali sia prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante messa a terra) o direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione con parti metalliche comunque accessibili. È vietato l'impiego di

conduttori di protezione non protetti meccanicamente con sezione inferiore a 4 mm².

d) il collettore (o nodo) principale di terra nel quale confluiranno i conduttori di terra, di protezione, di equipotenzialità ed eventualmente di neutro, in caso di sistemi TN, in cui il conduttore di neutro avrà anche la funzione di conduttore di protezione (norma CEI 64-8/5);

e) il conduttore equipotenziale, avente lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee ovvero le parti conduttrici, non facenti parte dell'impianto elettrico, suscettibili di introdurre il potenziale di terra (norma CEI 64-8/5).

6.10 Prescrizioni particolari per locali da bagno. Divisione in zone e apparecchi ammessi

1. I locali da bagno verranno suddivisi in 4 zone per ognuna delle quali valgono regole particolari:
   - zona 0 - È il volume della vasca o del piatto doccia: non saranno ammessi apparecchi elettrici, come scalda-acqua ad immersione, illuminazioni sommerse o simili;
   - zona 1 - È il volume al di sopra della vasca da bagno o del piatto doccia fino all'altezza di 2,25 m dal pavimento: saranno ammessi lo scaldabagno (del tipo fisso, con la massa collegata al conduttore di protezione) e gli interruttori di circuiti SELV alimentati a tensione non superiore a 12 V in c.a. e 30 V in c.c. con la sorgente di sicurezza installata fuori dalle zone 0,1 e 2;
   - zona 2 - È il volume che circonda la vasca da bagno o il piatto doccia, largo 60 cm e fino all'altezza di 2,25 m dal pavimento: saranno ammessi, oltre allo scaldabagno e agli altri apparecchi alimentati a non più di 25 V, anche gli apparecchi illuminanti dotati di doppio isolamento (Classe II). Gli apparecchi installati nelle zone 1 e 2 dovranno essere protetti contro gli spruzzi d'acqua (grado protezione IPx4). Sia nella zona 1 che nella zona 2 non dovranno esserci materiali di installazione come interruttori, prese a spina, scatole di derivazione; potranno installarsi pulsanti a tirante con cordone isolante e frutto incassato ad altezza superiore a 2,25 m dal pavimento. Le condutture dovranno essere limitate a quelle necessarie per l'alimentazione degli apparecchi installati in queste zone e dovranno essere incassate con tubo protettivo non metallico; gli eventuali tratti in vista necessari per il collegamento con gli apparecchi utilizzatori (per esempio con lo scaldabagno) dovranno essere protetti con tubo di plastica o realizzati con cavo munito di guaina isolante;
   - zona 3 - E' il volume al di fuori della zona 2, della larghezza di 2,40 m (e quindi 3 m oltre la vasca o la doccia): saranno ammessi componenti dell'impianto elettrico protetti contro la caduta verticale di gocce di acqua (grado di protezione IPx1), come nel caso dell'ordinario materiale elettrico da incasso IPx5 quando sia previsto l'uso di getti d'acqua per la pulizia del locale; inoltre l'alimentazione degli utilizzatori e dispositivi di comando dovrà essere protetta da interruttore differenziale ad alta sensibilità, con corrente differenziale non superiore a 30 mA.
2. Le regole date per le varie zone in cui sono suddivisi i locali da bagno servono a limitare i pericoli provenienti dall'impianto elettrico del bagno stesso e sono da considerarsi integrative rispetto alle regole e prescrizioni comuni a tutto l'impianto elettrico (isolamento delle parti attive, collegamento delle masse al conduttore di protezione ecc.).

6.11 Prescrizioni particolari per locali da bagno. Collegamento equipotenziale nei locali da bagno

1. Per evitare tensioni pericolose provenienti dall'esterno del locale da bagno (ad esempio da una tubazione che vada in contatto con un conduttore non protetto da interruttore differenziale) è richiesto un conduttore equipotenziale che colleghi fra di loro tutte le masse estranee delle zone 12-3 con il conduttore di protezione; in particolare per le tubazioni metalliche è sufficiente che le stesse siano collegate con il conduttore di

protezione all'ingresso dei locali da bagno.

2. Le giunzioni dovranno essere realizzate conformemente a quanto prescritto dalla norma CEI 648/1 ÷ 7; in particolare dovranno essere protette contro eventuali allentamenti o corrosioni. Dovranno essere impiegate fascette che stringono il metallo vivo. Il collegamento non andrà eseguito su tubazioni di scarico in PVC o in gres. Il collegamento equipotenziale dovrà raggiungere il più vicino conduttore di protezione, ad esempio nella scatola dove sia installata la presa a spina protetta dell'interruttore differenziale ad alta sensibilità.
3. E' vietata l'inserzione di interruttori o di fusibili sui conduttori di protezione.
4. Per i conduttori si dovranno rispettare le seguenti sezioni minime:
   - 2,5 mm² (rame) per collegamenti protetti meccanicamente, cioè posati entro tubi o sotto intonaco;
   - 4 mm² (rame) per collegamenti non protetti meccanicamente e fissati direttamente a parete.

6.12 Prescrizioni particolari per locali da bagno. Alimentazione nei locali da bagno

1. Potrà essere effettuata come per il resto dell'appartamento (o dell'edificio, per i bagni in edifici non residenziali).
2. Ove esistano 2 circuiti distinti per i centri luce e le prese, entrambi questi circuiti dovranno estendersi ai locali da bagno.
3. La protezione delle prese del bagno con interruttore differenziale ad alta sensibilità potrà essere affidata all'interruttore differenziale generale (purché questo sia del tipo ad alta sensibilità) o ad un differenziale locale, che potrà servire anche per diversi bagni attigui.

6.13 Prescrizioni particolari per locali da bagno. Condutture elettriche nei locali da bagno

1. Dovranno essere usati cavi isolati in classe II nelle zone 1 e 2 in tubo di plastica incassato a parete o nel pavimento, a meno che la profondità di incasso non sia maggiore di 5 cm.
2. Per il collegamento dello scaldabagno, il tubo, di tipo flessibile, dovrà essere prolungato per coprire il tratto esterno oppure dovrà essere usato un cavetto tripolare con guaina (fase+neutro+conduttore di protezione) per tutto il tratto dall'interruttore allo scaldabagno, uscendo, senza morsetti, da una scatoletta passa cordone.

6.14 Prescrizioni particolari per locali da bagno. Altri apparecchi consentiti nei locali da bagno

1. Per l'uso di apparecchi elettromedicali in locali da bagno ordinari ci si dovrà attenere alle prescrizioni fornite dai costruttori di questi apparecchi che potranno, in seguito, essere usati solo da personale addestrato.
2. Protezioni contro i contatti diretti in ambienti pericolosi
3. Negli ambienti in cui il pericolo di elettrocuzione sia maggiore, per condizioni ambientali (umidità) o per particolari utilizzatori elettrici usati le prese a spina dovranno essere alimentate come prescritto per la zona 3 dei bagni.

6.15 Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione

1. Una volta realizzato l'impianto di messa a terra, la protezione contro i contatti indiretti potrà essere realizzata con uno dei seguenti sistemi:
   a) coordinamento fra impianto di messa a terra e protezione di massima corrente. Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè magnetotermico, in modo che risulti soddisfatta la seguente relazione:

$$Rt <= 50/Is$$

dove Rt è il valore in Ohm della resistenza dell'impianto di terra nelle condizioni più sfavorevoli e Is è il più elevato tra i valori in ampere della corrente di intervento in 5 s del dispositivo di protezione; ove l'impianto comprenda più derivazioni protette dai dispositivi con correnti di intervento diverse, deve essere considerata la corrente di intervento più elevata;

b) coordinamento fra impianto di messa a terra e interruttori differenziali. Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè differenziale che assicuri l'apertura dei circuiti da proteggere non appena eventuali correnti di guasto creino situazioni di pericolo. Affinché detto coordinamento sia efficiente dovrà essere osservata la seguente relazione:

$$Rt <= 50/Id$$

dove Rt è il valore in Ohm della resistenza dell'impianto di terra nelle condizioni più sfavorevoli e Id il più elevato fra i valori in ampere delle correnti differenziali nominali di intervento delle protezioni differenziali poste a protezione dei singoli impianti utilizzatori.

2. Negli impianti di tipo TT, alimentati direttamente in bassa tensione dalla Società Distributrice, la soluzione più affidabile ed in certi casi l'unica che si possa attuare è quella con gli interruttori differenziali che consentono la presenza di un certo margine di sicurezza a copertura degli inevitabili aumenti del valore di Rt durante la vita dell'impianto.

6.16 Protezione mediante doppio isolamento

1. In alternativa al coordinamento fra impianto di messa a terra e dispositivi di protezione attiva, la protezione contro i contatti indiretti potrà essere realizzata adottando macchine e apparecchi con isolamento doppio o rinforzato per costruzione o installazione, apparecchi di Classe II.
2. In uno stesso impianto la protezione con apparecchi di Classe II potrà coesistere con la protezione mediante messa a terra; tuttavia è vietato collegare intenzionalmente a terra le parti metalliche accessibili delle macchine, degli apparecchi e delle altre parti dell'impianto di Classe II.

6.17 Protezione delle condutture elettriche

1. I conduttori che costituiscono gli impianti dovranno essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti.
2. La protezione contro i sovraccarichi dovrà essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8/1 ÷ 7.
3. In particolare i conduttori dovranno essere scelti in modo che la loro portata (Iz) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego (Ib) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente). Gli interruttori automatici magnetotermici da installare a loro protezione dovranno avere una corrente nominale (In) compresa fra la corrente di impiego del conduttore (Ib) e la sua portata nominale (Iz) ed una corrente di funzionamento (If) minore o uguale a 1,45 volte la portata (Iz).
4. In tutti i casi dovranno essere soddisfatte le seguenti relazioni:

$$Ib <= In <= Iz \qquad If <= 1{,}45\ Iz$$

5. La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate sarà automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle norme CEI EN 60898-1 e CEI EN 60947-2.
6. Gli interruttori automatici magnetotermici dovranno interrompere le correnti di corto circuito che possano verificarsi nell'impianto in tempi sufficientemente brevi per garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione $Iq <= Ks^2$ (norme CEI 64-8/1 ÷ 7).

7. Essi dovranno avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione.
8. Sarà consentito l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione (norme CEI 64-8/1 ÷ 7).
9. In questo caso le caratteristiche dei 2 dispositivi dovranno essere coordinate in modo che l'energia specifica passante I^2t lasciata passare dal dispositivo a monte non risulti superiore a quella che potrà essere sopportata senza danno dal dispositivo a valle e dalle condutture protette.
10. In mancanza di specifiche indicazioni sul valore della corrente di cortocircuito, si presume che il potere di interruzione richiesto nel punto iniziale dell'impianto non sia inferiore a:
    - 3.000 A nel caso di impianti monofasi;
    - 4.500 A nel caso di impianti trifasi.

6.18 Protezione di circuiti particolari

1. Protezioni di circuiti particolari:
   a) dovranno essere protette singolarmente le derivazioni all'esterno;
   b) dovranno essere protette singolarmente le derivazioni installate in ambienti speciali, eccezione fatta per quelli umidi;
   c) dovranno essere protetti singolarmente i motori di potenza superiore a 0,5 kW;
   d) dovranno essere protette singolarmente le prese a spina per l'alimentazione degli apparecchi in uso nei locali per chirurgia e nei locali per sorveglianza o cura intensiva (CEI 64-8/7).

6.19 Coordinamento con le opere di specializzazione edile e delle altre non facenti parte del ramo d'arte dell'impresa appaltatrice

1. Per le opere, lavori, o predisposizioni di specializzazione edile e di altre non facenti parte del ramo d'arte dell'Appaltatore, contemplate nel presente Capitolato Speciale d'Appalto ed escluse dall'appalto, le cui caratteristiche esecutive siano subordinate ad esigenze dimensionali o funzionali degli impianti oggetto dell'appalto, è fatto obbligo all'Appaltatore di render note tempestivamente alla Stazione Appaltante le anzidette esigenze, onde la stessa Stazione Appaltante possa disporre di conseguenza.

6.20 Materiali di rispetto

1. La scorta di materiali di rispetto non è considerata per le utenze di appartamenti privati. Per altre utenze, vengono date, a titolo esemplificativo, le seguenti indicazioni:
   - fusibili con cartuccia a fusione chiusa, per i quali dovrà essere prevista, come minimo, una scorta pari al 20% di quelli in opera;
   - bobine di automatismi, per le quali dovrà essere prevista una scorta pari al 10% di quelle in opera, con minimo almeno di una unità;
   - una terna di chiavi per ogni serratura di eventuali armadi;
   - lampadine per segnalazioni; di esse dovrà essere prevista una scorta pari al 10% di ogni tipo di quelle in opera.

6.21 Protezione da sovratensioni per fulminazione indiretta e di manovra

1. Protezione d'impianto

Al fine di proteggere l'impianto e le apparecchiature elettriche ed elettroniche ad esso collegate, contro le

sovratensioni di origine atmosferica (fulminazione indiretta) e le sovratensioni transitorie di manovra e limitare scatti intempestivi degli interruttori differenziali, all'inizio dell'impianto dovrà essere installato un limitatore di sovratensioni in conformità alla normativa tecnica vigente.

2. Protezione d'utenza

Per la protezione di particolari utenze molto sensibili alle sovratensioni, quali ad esempio computer video terminali, registratori di cassa, centraline elettroniche in genere e dispositivi elettronici a memoria programmabile, le prese di corrente dedicate alla loro inserzione nell'impianto dovranno essere alimentate attraverso un dispositivo limitatore di sovratensione in aggiunta al dispositivo di cui al punto a). Detto dispositivo dovrà essere componibile con le prese ed essere montabile a scatto sulla stessa armatura e poter essere installato nelle normali scatole di incasso.

6.22 Maggiorazioni dimensionali rispetto ai valori minori consentiti dalle norme CEI e di legge

1. Ad ogni effetto, si precisa che maggiorazioni dimensionali, in qualche caso fissate dal presente Capitolato Speciale tipo, rispetto ai valori minori consentiti dalle norme CEI o di legge, saranno adottate per consentire possibili futuri limitati incrementi delle utilizzazioni, non implicanti tuttavia veri e propri ampliamenti degli impianti.

6.23 Cabine di trasformazione

1. Le apparecchiature e le installazioni occorrenti, oltre a soddisfare i requisiti di seguito esposti, dovranno essere conformi alle prescrizioni delle norme CEI 64-8/1 ÷ 7, CEI EN 50522 e CEI EN 61936-1, nonché a quelle in vigore per la prevenzione degli infortuni sul lavoro, in particolare, al D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i.

6.24 Cabine di trasformazione. Caratteristiche elettriche generali

1. Tensione primaria in Volt: dovrà corrispondere al valore della tensione con cui l'azienda distributrice effettuerà la fornitura dell'energia elettrica.
2. Tensione secondaria: dovranno essere preventivamente indicati dal Committente i valori in Volt prescelti per la tensione secondaria stellata e concatenata.
3. Potenza totale da trasformare: la Stazione Appaltante fornirà tutti gli elementi (ad esempio natura ed utilizzazione dei carichi da alimentare e loro potenza, fattori di contemporaneità, ubicazione dei carichi ecc.) per la determinazione della potenza da trasformare e del relativo fattore di potenza. La Stazione Appaltante indicherà inoltre l'eventuale maggiorazione rispetto alle potenze così risultanti e quindi la potenza effettiva della cabina di trasformazione. In ogni caso la somma delle potenze delle unità trasformatrici non sarà inferiore a 1,2 volte le anzidette potenze risultanti dal calcolo.
4. Parallelo di unità trasformatrici: ove debba prevedersi il funzionamento in parallelo delle unità installate in cabina, oltre ad assicurare quanto necessario alle esigenze di tale funzionamento, il frazionamento delle potenze fra le anzidette unità dovrà effettuarsi in modo che il rapporto delle reciproche potenze non sia superiore a 3. Quanto sopra dovrà assicurarsi anche nel caso in cui le unità della cabina di trasformazione debbano collegarsi in parallelo con le altre unità trasformatrici preesistenti.

6.25 Cabine di trasformazione. Caratteristiche delle apparecchiature di alta tensione

1. L'isolamento dell'apparecchiatura sarà corrispondente al valore normale delle tensioni nominali, pari o superiore a quello della tensione primaria effettiva. Il potere di interruzione (MVA) dell'interruttore generale è determinato dalle caratteristiche della rete a monte della cabina di trasformazione (dato da richiedere all'Azienda elettrica distributrice).

6.26 Cabine di trasformazione. Trasformatori

1. Per i trasformatori dovranno essere indicate nel progetto le caratteristiche essenziali e dovranno essere conformi alle relative norme CEI.
2. Perdite corrente a vuoto. Col commutatore di M.T. sulla presa principale i valori delle perdite dovute al carico, delle perdite a vuoto e delle correnti a vuoto sono quelli indicati nel seguente prospetto:
   - Per le macchine con due tensioni primarie la prescrizione si applica per la tensione nominale 15 kV.
   - Per i livelli di potenza sonora si prescrive che non potranno in alcun caso superare i 56 dB(A) e dovranno comunque essere commisurati alle esigenze del luogo di installazione.

6.27 Cabine di trasformazione. Protezione contro le sovracorrenti

1. La protezione contro le sovracorrenti sarà affidata agli interruttori automatici. Si potrà disporre di un interruttore unico di media tensione, anche per più trasformatori, quando per ciascuno di essi è previsto l'interruttore di manovra sezionatore di cui al paragrafo "Disposizioni e schema di alta tensione".

6.28 Cabine di trasformazione. Protezione contro l'anormale riscaldamento dell'olio

1. Per ogni trasformatore di potenza superiore a 500 kVA si installerà un relè a gas (tipo Buchholz) che agirà sulla bobina di minima o sul relè di sgancio dell'interruttore automatico.

6.29 Cabine di trasformazione. Protezione contro le sovratensioni transitorie e protezione contro sovratensioni causate da contatti fra avvolgimenti M.T. e B.T. dei trasformatori

1. Contro le sovratensioni transitorie si dovrà prevedere l'installazione di appositi scaricatori. Per la protezione contro le sovratensioni causate da contatti fra avvolgimenti M.T. e B.T. si dovrà provvedere alla messa a terra diretta del neutro dell'avvolgimento B.T.

6.30 Cabine di trasformazione. Protezione contro i contatti indiretti

1.

Potenza nominale (kVA)	Perdite dovute al carico (W)	Perdite a vuoto (W)	Corrente a vuoto (% In)
50	850	150	1.9
100	1400	250	1.5
160	1850	360	1.3
250	2600	520	1.1
400	3650	740	0.9
630	5600	900	0.8

2. Saranno adeguatamente connesse a terra tutte le masse e segnatamente: le parti metalliche accessibili delle macchine e delle apparecchiature, le intelaiature di supporto degli isolatori e dei sezionatori, i ripari metallici di circuiti elettrici; gli organi di comando a mano delle apparecchiature; le cornici e i telai metallici che circondano fori o dischi di materiale isolante attraversati da conduttori e le flange degli isolatori passanti; l'incastellatura delle sezioni di impianto, i serramenti metallici delle cabine.
3. L'anello principale di terra della cabina avrà una sezione minima di 50 mm² (rame) e, in ogni caso, nessun collegamento a terra delle strutture verrà effettuato con sezioni inferiori a 16 mm² (rame).

4. In caso di impianti alimentati da propria cabina di trasformazione con il neutro del secondario del trasformatore collegato all'unico impianto di terra (sistema TN), per ottenere le condizioni di sicurezza dell'impianto B.T., secondo le norme CEI 64-8/1 ÷ 7, è richiesto ai fini del coordinamento tra l'impianto di terra ed i dispositivi di massima corrente a tempo inverso o dispositivi differenziali, che sia soddisfatta in qualsiasi punto del circuito la condizione:
    - I (valore in ampere della corrente di intervento in 5s del dispositivo di protezione) minore o uguale a Uo (tensione nominale verso terra dell'impianto in V) diviso Zg (impedenza totale in Ohm del circuito di guasto franco a terra)

$$I<=Uo/Zg$$

5. Occorre pertanto che le lunghezze e le sezioni dei circuiti siano commisurate alla corrente di intervento delle protezioni entro 5s in modo da soddisfare la condizione suddetta.

6.31 Cabine di trasformazione. Protezioni meccaniche dal contatto accidentale con parti in tensione

1. Dovranno disporsi reti metalliche, intelaiate e verniciate, fissate alle strutture murarie in modo tale da esserne facile la rimozione e con disposizione tale che durante questa manovra la rete non cada sopra l'apparecchiatura. Tali protezioni saranno superflue nel caso di cabine prefabbricate.

6.32 Cabine di trasformazione. Protezione dalle sovratensioni di origine atmosferica

1. Per l'alimentazione di alta tensione in linea aerea, se non diversamente prescritto, dovrà provvedersi all'installazione sulla parte esterna della cabina, di uno scaricatore per fase del tipo meglio corrispondente alla funzione. Gli scaricatori dovranno drenare le sovratensioni a terra.

6.33 Cabine di trasformazione. Attrezzi ed accessori

1. La cabina dovrà avere in dotazione una pedana isolante, guanti e fioretto. Dovranno essere esposti i cartelli ammonitori, lo schema ed il prospetto dei soccorsi d'urgenza.

6.34 Cabine di trasformazione. Protezione di Bassa Tensione della cabina

1. Questa parte della cabina sarà nettamente separata dalla zona di alta tensione; le linee dei secondari dei trasformatori si porteranno il più brevemente possibile fuori della zona di alta tensione. È vietato disporre di circuiti di bassa tensione sulle reti di protezione.
2. Linee di bassa tensione.

Saranno in sbarre nude o in cavi isolati, sotto guaina. Nel caso siano in sbarre nude, queste potranno essere installate in vista o in cunicoli ispezionabili. Nel caso siano in cavi isolati sotto guaina, questi potranno essere installati in vista (introdotti o non in tubazioni rigide) ovvero in cunicoli o in tubazioni incassate. Preferibilmente dal trasformatore sarà raggiunto verticalmente un cunicolo a pavimento, per collegarsi al quadro di controllo, misura e manovra.

3. Quadro di bassa tensione, di comando, di controllo e di parallelo.

Detto quadro troverà posto nella cabina, fuori dalla zona di alta tensione. Per ogni trasformatore all'uscita in B.T. sarà disposto un interruttore automatico tripolare, amperometro e voltmetro. Nel caso di funzionamento in parallelo di più trasformatori, i relativi interruttori di M.T. e di

B.T. di ciascun trasformatore dovranno essere tra loro interbloccati elettricamente, in modo tale che per ciascun trasformatore all'apertura dell'interruttore di M.T. si apra automaticamente anche l'interruttore di B.T., e non sia possibile la chiusura di questo ove quello di M.T. sia aperto. c) Illuminazione.

4. La cabina sarà completata da un impianto di illuminazione ordinaria che di emergenza.

6.35 Cabine di trasformazione. Disposizioni particolari per la consegna delle cabine di trasformazione

1. È fatto obbligo all'Impresa aggiudicataria di effettuare una regolare consegna della cabina, con schemi e istruzioni scritte per il personale.

6.36 Quadri elettrici

1. Tutti i quadri elettici di progetto dovranno essere realizzati nel rispetto delle Norme CEI 64-8, CEI EN 61439 e dovrà essere corredato dello schema elettrico e di una targhetta contente dati relativi a nome del quadro, nome del costruttore, data e numero di costruzione, numero dello schema di riferimento, tensione nominale, massima corrente distribuibile, corrente di cortocircuito.
2. Gli interruttori e/o i morsetti di ingresso linee di alimentazione di ciascun quadro dovranno essere dotati di opportuni coprimorsetti od equivalenti protezioni meccaniche atte a realizzare l'adeguata protezione dai contatti diretti anche a portella aperta; sul coprimorsetto dovrà essere apposta la segnalazione di pericolo per folgorazione.
3. Cavi, morsettiere, interruttori e qualsiasi dispositivo alloggiato nel quadro dovranno essere corredati di targhette di identificazione in accordo con lo schema elettrico del quadro. Dovrà essere prevista, per tutta la lunghezza del quadro, una barratura di rame, con sezione minima tale da resistere alla massima corrente di guasto a terra da cui il quadro elettrico può essere interessato, predisposta per il collegamento a terra del quadro stesso e dei conduttori P.E. relativi alle linee di alimentazione in partenza dal quadro. Tale barra collettrice dovrà essere identificata da apposita targhetta. Ogni conduttore PE che si attesta alla barra dovrà avere un proprio bullone (non è ammesso che un bullone abbia collegamenti più conduttori PE). I quadri elettrici caratterizzati dalla presenza di sezioni alimentate da sorgenti distinte, dovranno essere dotati di idonea segregazione fra le sezioni stesse, con grado di protezione minimo IP20. I quadri elettrici nel complesso dovranno presentare grado di protezione minimo IP3XD a pannelli chiusi ed IP2XB a pannelli anteriori rimossi. I cablaggi di potenza (linee entranti ed uscenti) e di segnale interni al quadro saranno realizzati con conduttori in rame isolati aventi sezione adeguata alla corrente transitante, colorazione della guaina isolante rispondente alle prescrizioni delle tabelle CEI UNEL oppure saranno dotati di sistemi di identificazione comunque conformi a quanto sopra esposto. I trasformatori eventualmente contenuti nei quadri devono essere conformi alle norme CEI sui trasformatori di sicurezza e devono recare la targa con il contrassegno di trasformatore di sicurezza. Ogni quadro elettrico dovrà comprendere un apposito vano per la conservazione degli schemi elettrici. Il Costruttore è tenuto a rilasciare una dichiarazione scritta di rispondenza del quadro alle norme CEI ed in particolare al fascicolo di norme CEI EN 61439-1 e la garanzia deve in particolare riguardare il il grado di protezione contro i contatti diretti verso l'esterno; il grado di protezione della segregazione tra le sezioni ed i componenti; la sovratemperatura all'interno del quadro elettrico con il carico nominale previsto; la protezione contro i corto circuiti e la tenuta ai corto circuiti internamente al quadro elettrico.
4. Le carpenterie dei quadri elettrici saranno dimensionate con un margine di riserva del 20% al fine di consentire l'eventuale futuro alloggiamento di nuovi dispositivi di comando e protezione (previa verifica di calcolo ed a fronte di idonea certificazione dell'intervento).

6.37 Quadri elettrici. Protezione contro le scariche sovratensioni

1. La protezione delle apparecchiature elettriche ed elettroniche sarà affidata a dispositivi scaricatori di sovratensione da installare sulle linee di alimentazione (all'interno dei quadri elettrici e/o immediatamente a monte delle singole apparecchiature da proteggere) e sulle linee di segnale. In base al livello di protezione

richiesto, saranno installati dispositivi di classe diversa (linee di energia) e specifici per segnali e telecomunicazioni, che assicurino una protezione adeguata alle tipologie di utenze presenti.

2. I dispositivi di classe I e II saranno installati sui quadri elettrici principali e secondari a protezione di ogni sezione di alimentazione mentre i dispositivi di classe III saranno installati a protezione delle apparecchiature elettriche sensibili ed elettroniche (UPS, centrale telefonica, apparati attivi trasmissione dati, rack diffusione sonora, centrali di gestione ed eventuali concentratori remoti e/o schede di interfaccia impianti speciali e di sicurezza, ecc.) immediatamente a monte delle stesse (limitatori di sovratensione per prese/apparecchi finali).
3. Si richiede infine l'installazione di scaricatori di sovratensione per segnali e telecomunicazioni sulle linee di segnale a protezione delle apparecchiature elettroniche (apparati attivi impianti telefonico e trasmissione dati, centrali di gestione ed eventuali concentratori remoti e/o schede di interfaccia impianti speciali e di sicurezza).
4. L'esigenza e la modalità di installazione di eventuali ed ulteriori sistemi di protezione saranno

individuate con riferimento alla valutazione del rischio redatta per lo specifico sito.

6.38 Rete di terra

1. Il collettore principale di terra esistente è installato all'interno della cabina elettrica MT/BT.
2. Dal collettore installato nel quadro generale di bassa tensione QGBT si dirameranno i collegamenti verso i collettori secondari (installati direttamente all'interno dei quadri di distribuzione) e da questi si dirameranno i collegamenti relativamente alle masse ed alle masse estranee di pertinenza, realizzati con corda isolata di colore giallo/verde di sezione idonea. Relativamente alla catena di distribuzione derivata dalla cabina elettrica di trasformazione il sistema di distribuzione BT sarà di tipo TN-S.
3. Per quanto concerne il sistema di distribuzione BT si tratta di un impianto di tipo TN-S soggetto alle prescrizioni delle Norme CEI 64-8, in base alle quali le caratteristiche dei dispositivi di protezione e le impedenze dei circuiti devono essere coordinate in modo tale che l'interruzione automatica dell'alimentazione avvenga entro il tempo specificato.

6.39 Rete di terra. Conduttori Di Protezione

1. I conduttori di protezione dovranno essere di sezione adeguata rispetto all'energia passante in caso di guasto a terra del circuito che hanno da proteggere come riportato sulla CEI 64/8 n° 543.1.
2. In particolare il conduttore di protezione deve avere:
   - la stessa sezione dei conduttori di fase per sezioni del conduttore di fase inferiore a 16 mmq;
   - sezione pari a 16 mmq nel caso in cui la sezione di fase sia compresa fra 16 e 35 mmq;
   - sezione pari alla metà di quella di fase per sezioni superiori ai 35 mmq.
3. Qualora la conduttura di protezione non faccia parte della conduttura di alimentazione allora, se è prevista una protezione meccanica, la sezione non dovrà essere inferiore a 2.5 mmq, altrimenti non inferiore a 4 mmq.

6.40 Rete di terra. Collegamenti Equipotenziali

1. È richiesta la realizzazione dei collegamenti equipotenziali principali fra il dispersore e/o il collettore principale e/o i collettori secondari di terra e le masse estranee; in particolare è richiesta la realizzazione dei collegamenti equipotenziali principali verso parti conduttrici di seguito elencate:
   - Tubazioni metalliche entranti relative ai servizi di somministrazione idrica;
   - Strutture metalliche dell'edificio e/o ferri di armatura delle strutture in cemento armato;

- Tubazioni e/o canalizzazioni dei sistemi di termoventilazione e/o riscaldamento di tipo centralizzato;
- Schermi metallici dei cavi di energia e/o di segnale.

2. Le parti conduttrici che dall'esterno si immettono all'interno nell'edificio devono essere collegate il più vicino possibile al loro punto di ingresso nell'edificio.

7 SPECIFICHE TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI POZZI BARRIERA

7.1 Area di cantiere

1. Il punto dove sarà realizzato il pozzo, come indicato in planimetria, è definitivamente concordato fra la D.L. e l'Appaltante al momento della consegna dei lavori.
2. La zona interessata dai lavori dovrà essere sufficientemente grande per consentire l'operatività delle macchine e delle attrezzature da impiegare. Dovrà inoltre permettere la realizzazione di vasche e spazi per l'accumulo di tutti i residui della perforazione destinati al riutilizzo o allo smaltimento.
3. In condizioni ordinarie l'area di cantiere avrà dimensioni pari o superiori a m 20x20. Tale area dovrà essere completamente recintata con un'adeguata struttura in rete metallica, con cancello dotato di apposito lucchetto e quanto necessario per evitare intrusioni occasionali, minimizzando il pericolo a terzi.
4. La cartellonistica prevista dalle disposizioni in materia ne disciplinerà l'utilizzo.

7.2 Sistemi di perforazione

1. Nella fase di redazione del progetto definitivo sono state valutate le condizioni ambientali locali in funzione del tipo di opera da realizzare. Al momento della consegna dei lavori la D.L. e l'impresa verificheranno in contraddittorio la compatibilità delle attività necessarie per la realizzazione del progetto (uso di macchine e attrezzature, prodotti e materiali, gestione dei rifiuti) in rapporto agli aspetti ambientali di maggiore rilievo.
2. La scelta del sistema da utilizzare nella perforazione dei pozzi barriera è demandata al contraddittorio da effettuarsi al momento della consegna dei lavori tra la D.L. e l'impresa da effettuarsi senza oneri aggiuntivi per la Stazione Appaltante.
3. I sistemi più utilizzati nella perforazione di pozzi per acqua si possono così suddividere:
   a) A percussione:
      1) con colonne di manovra filettate calate per gravità o battute dall'alto;
      2) con colonne di manovra saldate calate per gravità con l'ausilio della morsa giracolonna;
      3) con infissione della tubazione definitiva e filtri realizzati in opera.
   b) A rotazione con circolazione diretta di fluidi:
      1) fluido a base di acqua e bentonite.
   c) A rotazione con circolazione inversa di fluidi:
      1) fluido a base di acqua e bentonite;
      2) fluido costituito da sola acqua.
   d) Ad aria compressa con martello fondo:
      1) fluido occasionalmente additivato con schiumogeni.
4. *Alcune prescrizioni sul sistema di perforazione*

   a) *Percussione*

L'Appaltatore dovrà predisporre tutti gli accorgimenti necessari ad infiggere ogni colonna impiegata alla massima profondità possibile.

La perforazione con "colonna filettata" sarà preferita nei pozzi a modesta profondità e piccolo diametro.
La perforazione con "*morsa giracolonna*" sarà da preferirsi nelle perforazioni di grande diametro o in prevalente presenza di ghiaie e sabbie. La tendenza al franamento di queste sarà contenuta facendo avanzare la colonna e rimuovendo i detriti all'interno, senza far uscire l'utensile di perforazione dalla scarpa.
"*L'infissione della tubazione definitiva*" potrà essere utilizzata in acquiferi ad elevata permeabilità con composizione granulometrica sufficientemente grande da risultare compatibile con un filtro realizzato in opera. Sarà comunque opportuno verificare il dimensionamento e l'esecuzione del filtro in opera per non incorrere in elevate perdite di carico idraulico del pozzo. Il quantitativo di detriti estratti durante la perforazione dovrà essere il minimo possibile onde evitare dannosi scavernamenti (soprattutto in corrispondenza degli acquiferi), che possono provocare mescolamenti fra il materiale di falda e i sovrastanti strati impermeabili o a bassa permeabilità.
L'attraversamento delle falde che si metteranno in produzione dovrà essere effettuato verificando di eliminare dalla colonna i residui degli strati argillosi precedentemente attraversati.
Nella fase di estrazione delle colonne si eseguiranno il drenaggio, le cementazioni ecc., sempre controllando che la colonna non superi la quota di riempimento onde evitare franamenti della formazione.
L'Appaltante dovrà garantire alla Direzione Lavori la possibilità di verificare le quote raggiunte in ogni fase lavorativa.
I detriti della perforazione saranno raccolti in apposite vasche predisposte dall'impresa scavando sotto il piano di campagna, ove possibile, o sopra il suolo. Nella stessa vasca avverrà la prima fase di sedimentazione della frazione sottile presente nell'acqua estratta dal foro con la sonda a cucchiaia. L'impresa provvederà a predisporre un percorso di successiva sedimentazione fino a consentire l'immissione della stessa acqua nel ricettore superficiale più favorevole, rispettando i limiti di torbidità previsti dalle disposizioni in materia.

b) *Rotazione con circolazione diretta*

1) *Cantiere.*

Nell'area di cantiere, oltre alla perforatrice e alle attrezzature di corredo necessarie, dovrà essere organizzato un sistema per la gestione dei fluidi di perforazione e dei residui relativi.
In condizioni ordinarie esso sarà costituito dai seguenti componenti:

- Vasche di circolazione dimensionate in funzione dei volumi di scavo, preferibilmente realizzate in carpenteria metallica e collocate fuori suolo.
- Apparati per la preparazione e il condizionamento del fluido (miscelatore bentonite, fucili da fango, agitatori).
- Apparati per la separazione meccanica dei detriti dal fluido (vibrovaglio, dissabbiatore, desilter).
- Vasche di stoccaggio destinate ad accogliere temporaneamente i detriti di perforazione e il fluido di perforazione estratto nella fase di spurgo dal pozzo.
- Vasca di sedimentazione destinata alla separazione della frazione sottile presente nell'acqua nella fase di sviluppo del pozzo.

In base alle condizioni operative e alle caratteristiche del pozzo da realizzare le componenti sopra indicate potranno essere accorpate.

2) *Prodotti per il fluido.*

L'impresa dovrà porre particolare attenzione ai prodotti utilizzati per il confezionamento del fluido in modo che esso non risulti inquinante per livelli acquiferi attraversati, per le rocce estratte con la perforazione, per l'acqua destinata all'immissione superficiale. In particolare:

- L'acqua impiegata non dovrà risultare inquinata ai sensi del Dlgs 152/06 e s.m.i.
- L'additivo viscosizzante dovrà essere un prodotto assolutamente naturale, quale la bentonite, si esclude l'utilizzo di prodotti da sintesi chimica se non esplicitamente autorizzati dalla D.L. La presenza di tali prodotti non dovrà comunque superare la concentrazione del 5% in peso del fango o dei residui solidi della perforazione.
- Gli intasanti che si dovessero rendere necessari dovranno esclusivamente essere di origine naturale e inerti (sabbia e ghiaia) si eludono prodotti sintetici od organici se non esplicitamente autorizzati dalla D.L.
- Prodotti organici o naturali in elevata concentrazione che risultano quindi inquinanti ai sensi del Dlgs 152/06 e s.m.i., quali segatura di legno, sale, soda caustica, acido cloridrico, non sono ammessi salvo esplicita autorizzazione della D.L.

3) *Parametri fisico-chimici del fluido*

L'impresa gestirà il fluido di perforazione durante tutte le fasi delle lavorazioni tendo conto dei seguenti principali parametri fisici e chimici che possono influenzare la corretta conduzione della stessa perforazione:

- Viscosità. Ottenuta aggiungendo bentonite all'acqua (ma anche polimeri sintetici od organici, se autorizzati dalla D.L.), incrementata con il dilavamento della frazione argillosa presente nelle formazioni attraversate. Si misura in secondi necessari per riempire 1/4 di gallone scaricando il fluido attraverso un imbuto Marsh (per l'acqua dolce, Viscosità Marsh = 26 secondi).
- Densità. Frutto del maggiore peso delle frazioni sottili disciolte nell'acqua, si misura con una bilancia tarata da cantiere.
- Contenuto in sabbia. Rappresenta la percentuale della frazione sottile del detrito di perforazione (superiore a mesh 200) che riesce ad attraversare il sistema meccanico di separazione superficiale e quindi rimane in sospensione nel fluido di circolazione. Apposito strumento da cantiere è in grado di rilevare il dato di percentuale in volume.
- Panello. Rappresenta il sottile strato di bentonite che si forma sulle pareti della perforazione, impermeabilizzandole. Con uno strumento specifico, la filtropressa, pressurizzando il fluido a 7 bar per 30 minuti si ottiene, su un apposito filtro, uno spessore rappresentativo di quanto si potrebbe depositare in foro.
- Filtrato. Così denominata la quantità di acqua che riesce a scaturire dalla suddetta filtropressa. Esso rappresenta la percentuale di acqua libera presente nel fluido, quindi capace di interferire con le argille presenti nella formazione rendendo instabile il foro.
- pH. L'alcalinità del fluido favorisce la capacità viscosizzante della bentonite aumentandone il rendimento.
- Portata del fluido di perforazione. Coniugata alla viscosità, in rapporto ai diametri delle aste e della perforazione, la portata del fluido rappresenta la capacità di trascinamento dei detriti dal fondo del pozzo alla superficie. A titolo orientativo si indicano le velocità di risalita del fluido, ritenute accettabili nei pozzi per acqua, considerando i diametri di perforazione più utilizzati:
  - ø 8"1/2 v > m/s 0,6
  - ø 12"1/4 v > m/s 0,4
  - ø 17"1/2 v > m/s 0,3

4) *Batteria di perforazione.*

L'impresa dovrà documentare prima dell'inizio dei lavori i componenti della batteria di perforazione motivandone la scelta in funzione degli elementi principali del progetto da realizzare, proponendo altresì la composizione della batteria stessa per ogni fase di perforazione prevista.

5) *Controlli sui parametri della perforazione.*

L'impresa ha comunque l'obbligo di controllare i seguenti parametri di perforazione annotandone i valori sul giornale di sonda in funzione della profondità raggiunta. La tabella indica la frequenza minima di registrazione che l'impresa dovrà effettuare e quella suggerita.

	minimo		**consigliato**
Viscosità	ogni turno		ogni variazione introdotta
Densità	ogni turno		ogni variazione introdotta
Carico su scalpello	media turno		ogni variazione introdotta
Giri scalpello	media turno		ogni variazione introdotta
Avanzamento	media turno		ogni strato omogeneo
Portata fluido	media turno		ogni variazione introdotta

6) *Gestione dei parametri della perforazione.*

Il progettista ha la facoltà di indicare nel Capitolato Speciale se intende avvalersi della possibilità di prescrivere il rispetto del valore limite relativo ad alcuni parametri di perforazione che ritenesse utili in funzione delle specifiche condizioni geologiche e progettuali.

La D.L. ha la possibilità di intervenire con tre diverse facoltà in rapporto alle caratteristiche dei parametri:

- Prescrivere valori limite; Implica rispetto tassativo dell'impresa.
- Raccomandare valori di riferimento; Implica il rispetto da parte dell'impresa ove essa si trovi nelle condizioni operative per poterli effettivamente rispettare.
- Richiedere il mantenimento di valori; Impegna l'impresa solo se essa ne ravvede la necessità e dispone delle relative possibilità operative.

Si elencano di seguito i parametri di perforazione, raccolti per facoltà, indicando per ognuno di essi i valori di riferimento consigliabili nei pozzi per acqua.

Valori Prescritti:

Portata del fluido:	Corrispondente a velocità di risalita di 0,3-0,4 m/s in funzione del diametro
Viscosità	Imbuto Marsh secondi 36-42 con max 52.
Densità	g/l 1060 – 1150
pH	8,5 – 9,5
Peso sullo scalpello	Circa una tonnellata per pollice del diametro nelle rocce sedimentarie cementate, t 1,5/1" nelle rocce metamorfiche, t 0,3-0,5/1" nelle alluvioni.
Giri dello scalpello	30/70 al minuto, in funzione del diametro e della consistenza meccanica del terreno.

Composizione batteria stabilizzata, concentrando il peso nel tratto più breve possibile

Valori richiesti:

- Contenuto di sabbia inferiore al 2%
- Panello mm 0,5 – 1
Filtrato cc 15 – 20

Ove il rispetto dei parametri prescritti implichi segnali o ragionevole presunzione dell'instabilità del foro, all'appaltatore compete la facoltà di disporne l'immediata variazione per recuperare condizioni di sicurezza, informando prontamente la D.L.

c) *Rotazione con circolazione inversa*

1) *Cantiere*

Nell'area di cantiere, oltre alla perforatrice e alle attrezzature di corredo necessarie, dovrà essere organizzato un sistema per la gestione dei fluidi di perforazione e dei residui relativi. In condizioni ordinarie esso sarà costituito dai seguenti componenti:

- Vasche di circolazione dimensionate in funzione dei volumi di scavo, ordinariamente realizzate scavando sotto il piano di campagna.
- Apparati per la preparazione e il condizionamento del fluido (miscelatore bentonite, fucili da fango, agitatori).
- Vasche di stoccaggio destinate ad accogliere temporaneamente i detriti di perforazione e il fluido di estratto nella fase di spurgo dal pozzo.
- Vasca di sedimentazione destinata alla separazione della frazione sottile presente nell'acqua nella fase di sviluppo del pozzo.

In base alle condizioni operative e alle caratteristiche del pozzo da realizzare le componenti sopra indicate potranno essere accorpate.

2) *Prodotti per il fluido.*

La velocità di risalita del fluido all'interno delle aste è elevata al punto di sollevare agevolmente anche detriti de grandi dimensioni (superiori a mm 100), ciò rende inutile la viscosizzazione del fluido. Quindi, ove le condizioni di stabilità del foro lo consentono, al pari della disponibilità dell'acqua in quantitativo sufficiente, è preferibile perforare "ad acqua chiara", escludendo l'uso della bentonite.

L'impresa dovrà porre particolare attenzione ai prodotti utilizzati per il confezionamento del fluido in modo che esso non risulti inquinante per livelli acquiferi attraversati, per le rocce estratte con la perforazione, per l'acqua destinata all'immissione superficiale. In particolare:

- L'acqua impiegata non dovrà risultare inquinata ai sensi del Dlgs 152/06 e s.m.i..
- L'additivo viscosizzante dovrà essere un prodotto assolutamente naturale, quale la bentonite, si esclude l'utilizzo di prodotti da sintesi chimica se non esplicitamente autorizzati dalla D.L. La presenza di tali prodotti non dovrà comunque superare la concentrazione del 5% in peso del fango o dei residui solidi della perforazione.
- Gli intasanti che si dovessero rendere necessari dovranno esclusivamente essere di origine naturale e inerti (sabbia e ghiaia) si eludono prodotti sintetici od organici se non esplicitamente autorizzati dalla D.L.
- Prodotti organici o naturali in elevata concentrazione che risultano quindi inquinanti ai sensi del Dlgs 152/06 e s.m.i., quali segatura di legno, sale, soda caustica, acido cloridrico, non sono ammessi salvo esplicita autorizzazione della D.L.

3) *Controlli sui parametri della perforazione.*

L'impresa ha comunque l'obbligo di controllare i seguenti parametri di perforazione annotandone i valori sul giornale di sonda in funzione della profondità raggiunta. La tabella indica la frequenza minima di registrazione che l'impresa dovrà effettuare e quella suggerita.

	minimo	**consigliato**
Viscosità	ogni turno	ogni variazione introdotta
Carico su scalpello	media turno	ogni variazione introdotta
Giri scalpello	media turno	ogni variazione introdotta
Avanzamento	media turno	ogni strato omogeneo

d) *Ad aria compressa con martello fondo.*

1) *Cantiere*

Nell'area di cantiere, oltre alla perforatrice e alle attrezzature di corredo necessarie, dovrà essere organizzato un sistema per consentire lo stoccaggio temporaneo dei detriti e soprattutto la sedimentazione dei fluidi provenienti dal pozzo.

La D.L. e l'impresa dovranno preliminarmente verificare con accuratezza se sussistano le condizioni per scaricare fluidi nel rispetto delle norme.

Il percorso e il processo devono garantire di immettere nel ricettore superficiale acqua chiara nei limiti del Dlgs 152/06 e s.m.i. e al contempo consentire il decadimento dei tensioattivi biodegradabili che si renderanno necessari durante la perforazione.

Ove le condizioni per ottimizzare tale processo non dovessero sussistere si procederà al cambio di tecnica di perforazione applicandone i prezzi relativi.

2) *Parametri della perforazione.*

Il parametro determinante per questa tecnica di perforazione è rappresentato dalla velocità di risalita dell'aria nell'intercapedine fra aste e perforazione.

I valori di riferimento consigliati sono: v > 15 m/s per un uso saltuario di schiumogeni, per scendere fino a v = 5 m/s in presenza di significative venute di acqua o con uso sistematico di schiumogeni.

3) *Controlli sui parametri della perforazione.*

L'impresa ha comunque l'obbligo di controllare i seguenti parametri di perforazione annotandone i valori sul giornale di sonda in funzione della profondità raggiunta. La tabella indica la frequenza minima di registrazione che l'impresa dovrà effettuare e quella suggerita.

	minimo			**consigliato**
Portata aria	ogni turno			ogni variazione introdotta
Stima portata acqua	media turno			ogni variazione
Giri scalpello	media turno			ogni variazione introdotta
Avanzamento	media turno			ogni strato omogeneo

7.3 Prescrizioni specifiche sulla perforazione

I pozzi saranno perforati preferibilmente con il sistema a percussione ed avranno una profondità variabile secondo quanto riportato negli elaborati tecnici.

La D.L. in base ai terreni attraversati potrà ordinare la sospensione della perforazione anche prima del

raggiungimento della quota prevista.

La D.L. potrà altresì ordinare la prosecuzione della perforazione oltre la quota prevista: per metodi a rotazione fino ad un ulteriore 30%, per metodi a percussione fino ad un ulteriore 10%.

Raggiunti tali limiti dovrà essere concordata con l'Appaltatore la possibilità di prosecuzione dei lavori ed i relativi oneri, con particolare riguardo all'eventualità della riduzione dei diametri.

7.4 Programma di perforazione

Al momento della consegna dei lavori la ditta appaltatrice proporrà un dettagliato "Programma di perforazione ", nel quale saranno indicati:

- la tecnica di perforazione;
- la profondità;
- i diametri di perforazione iniziale e finale;
- le eventuali prove in avanzamento e i logs;
- il diametro e la natura della tubazione definitiva;
- il posizionamento presunto e le caratteristiche dei filtri;
- le quote presunte di cementazione o tamponamento;
- le procedure per lo spurgo e lo sviluppo;
- le procedure per stoccaggio e smaltimento dei residui solidi e liquidi;
- ulteriore specifiche per la corretta realizzazione dell'opera.

L'Appaltatore dovrà attenersi scrupolosamente a tale programma, comunicando tempestivamente le eventuali variazioni che fossero suggerite da difficoltà incontrate o accorgimenti necessari a dare migliore funzionalità all'opera. Non potranno essere attuate varianti al programma se non ordinate o confermate dalla D.L.
L'Appaltatore presenterà un programma, articolato fase per fase, dei tempi ritenuti necessari per l'esecuzione dei lavori.

7.5 Preparazione al completamento, logs

Al termine delle perforazioni a circolazione diretta o inverse la D.L. ha la facoltà di prescrivere il condizionamento del fluido fino a raggiungere valori diversi da quelli utilizzati durante la perforazione ove, in particolare, si ritenga necessario ridurre densità e viscosità per favorire le operazioni di completamento.

Tali operazioni sono a carico dell'impresa.

La D.L. potrà altresì ordinare l'esecuzione di logs di pozzo al termine della perforazione. In tale caso saranno a carico dell'impresa:

- la segnalazione, con almeno 24 ore solari di anticipo, della disponibilità del pozzo pronto e preparato per tale intervento;
- il fermo del cantiere per almeno 6 ore consecutive.

L'impresa rimane responsabile dell'accessibilità del foro per tutta la sua lunghezza alle strumentazioni di logs.
Le operazioni di manovra di batteria e preparazione per i logs ordinate prima del termine della perforazione saranno contabilizzate con il prezzo del noleggio cantiere.

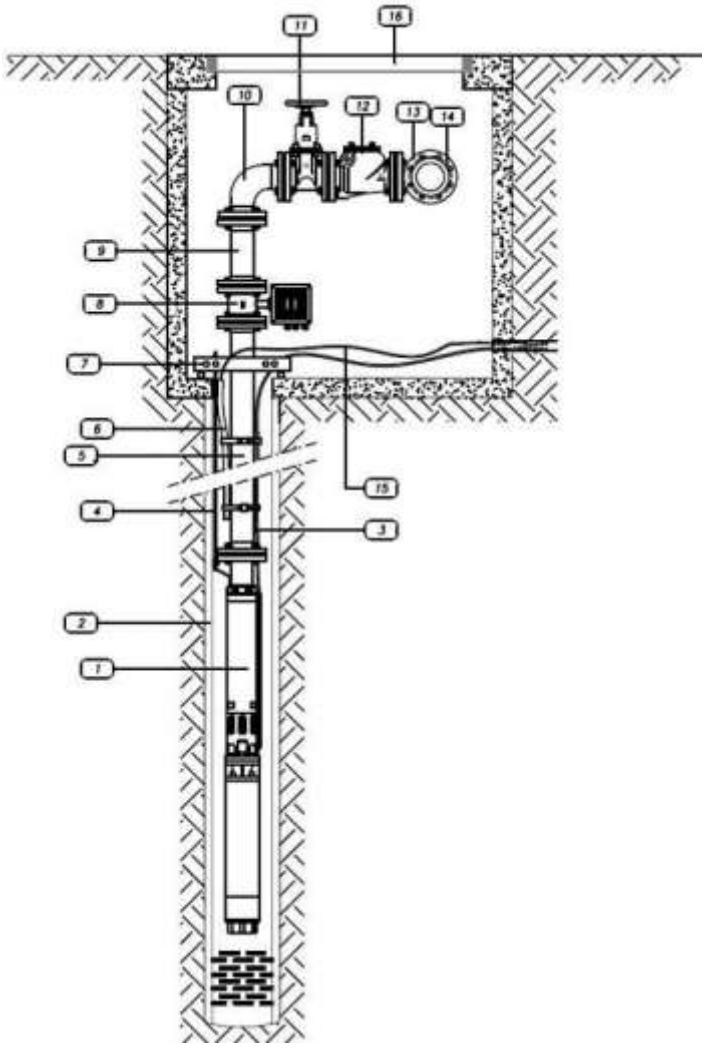
7.6 Caratteristiche dei pozzi

1. Ultimata la perforazione l'Appaltatore presenterà alla D.L. la stratigrafia dettagliata del pozzo corredata di

ogni indicazione utile per l'individuazione degli strati produttivi e delle loro caratteristiche:

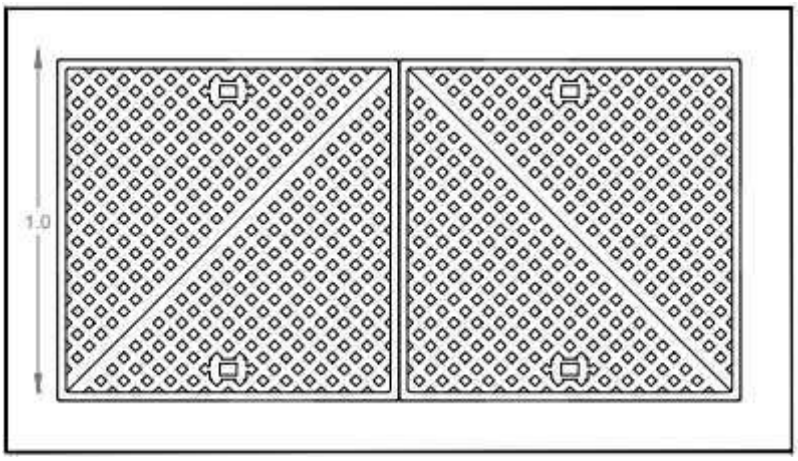
- risultati delle prove in avanzamento o prova empirica in avanzamento,
- controllo dei parametri di perforazione secondo la modulistica adottata,
- assorbimenti osservati (quote e quantitativi),
- variazioni di portata del pozzo (durante la perforazione ad aria)
- esame granulometrico degli strati significativi, se richiesto
- esito e indicazioni dei logs.

2. Ciascun pozzo sarà incamiciato con un tubo in polietilene ad alta densità, per condotte di scarico PN-3,2 UNI EN 12666-1 2011 con un diametro di 315 mm e sarà provvisto di elettropompa sommersa per pozzi in AISI 316 (la tipologia di materiale è stata scelta in ragione della composizione chimica delle acque da sollevare) collegata ad una tubazione dello stesso materiale sulla quale si prevede di installare un misuratore di portata a valle del quale installare una saracinesca in ghisa sferoidale a corpo piatto ed una valvola di non ritorno in ghisa sferoidale.





3. Lo spazio che intercorre tra il tubo e il foro sarà riempito con pietrisco 10/20, 15/30, 30/50, 50/80 franco cantiere.
4. I pozzi saranno dotati di pozzetti prefabbricati e chiusino di ispezione in ghisa lamellare UNI ISO 185 classe D 400 (carico a rottura 40 tonnellate), per carreggiate, costruito secondo norme UNI EN 124, marchiato a rilievo con norme di riferimento, classe di resistenza, marchio fabbrica e sigla ente certificazione per pozzetti di ispezione dei collegamenti idraulici.



5. Sulla base di tali informazioni, nell'ambito della redazione del progetto esecutivo, l'impresa redigerà lo schema definitivo di completamento del pozzo contenente:

la profondità del pozzo (tubazione definitiva);

- il diametro del tubo;
- la posizione dei filtri;
- le caratteristiche dei filtri;
- la granulometria del drenaggio e le quote;
- le quote di cementazione e tamponamento;
- le metodologie per lo spurgo e lo sviluppo.
- le modalità di svolgimento delle prove di portata;
- le caratteristiche tecniche e dimensionali della camera di avampozzo.

7.7 Tubi e filtri

7.7.1 Conformità

La tubazione definitiva del pozzo ed i filtri non potranno essere posti in opera senza l'autorizzazione della D.L. che verificherà la corrispondenza dei materiali approvvigionati con quanto disposto nel presente Capitolato e nell'allegato Elenco Prezzi Unitari e, eventualmente nell'offerta migliorativa presentata dall'appaltatore.

7.7.2 Norme di fabbricazione

Il materiale tubolare dovrà risultare fabbricato in base alle norme UNI relative alla tipologia di prodotto.
Più specificamente dovranno essere rispettate le disposizioni relative alla compatibilità dei prodotti utilizzati con l'impiego per l'adduzione di acqua potabile, DECRETO 6 aprile 2004, n. 174 *Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano. (GU Serie Generale n.166 del 17-07-2004)*.

7.7.3 Certificazione.

L'impresa presenterà alla D.L. i certificati di origine dei prodotti e gli attestati di conformità al D. Lgs 174/04.

7.7.4 Saldatura.

Le estremità di ogni tubo di acciaio al carbonio o inossidabile dovranno essere cianfrinate per consentire un'elettrosaldatura a totale penetrazione.

L'impresa dovrà risultare certificata per tale processo di saldatura; l'operatore impiegato dovrà risultare qualificato.

7.7.5 Linearità

La linearità nella posa della tubazione sarà garantita attraverso l'attestazione di una specifica lavorazione di innestatura al tornio dei tubi utilizzati, oppure con adeguate guide di riscontro in cantiere che garantiscano una deviazione inferiore al 1,5%

7.7.6 Centralizzazione

La colonna definitiva del pozzo sarà posta in opera coassialmente alla perforazione disponendo elementi centralizzatori alla distanza di m.12.

7.7.7 Filettature.

La giunzione dei tubi in acciaio potrà essere realizzata anche mediante filettature.
I tubi in PVC saranno realizzati con filettature trapezioidali, la tenuta idraulica sarà garantita da O- ring in gomma.

7.7.8 Verifiche strutturali.

Prima dell'inizio della posa delle tubazioni, la D.L., assunte le osservazioni dell'impresa, verificherà la coerenza delle previsioni progettuali con quelle effettivamente verificate in ordine alle massime sollecitazioni meccaniche previste. In particolare si confermerà la resistenza al carico e allo schiacciamento dei materiali tubolari impiegati.

7.8 Manto drenante

Il ghiaietto impiegato per il drenaggio, della classe granulometrica determinata dalle caratteristiche dell'acquifero dovrà essere del tipo arrotondato, proveniente da sedimenti di fiume a prevalenza silicea e non da frantumazione.
Con il ghiaietto siliceo si riempirà l'intercapedine fra tubazione definitiva e perforazione fino al primo tamponamento o cementazione.
Nel tratto superiore, dove non si avranno funzioni di drenaggio, potrà essere utilizzata ghiaia proveniente da frantumazione secondo quanto specificato in Elenco Prezzi.
L'impresa dovrà controllare in continuo la quota raggiunta dal drenaggio mediante la discesa di uno scandaglio nell'intercapedine fra perforazione e tubazione, ove possibile (perforazione a percussione e a circolazione inversa).
Negli altri casi si effettuerà un riscontro indiretto sulla base del calcolo dei volumi.
Nei pozzi perforati a percussione l'impresa favorirà l'assestamento del drenaggio, nonché il riempimento degli inevitabili scavernamenti indotti da questa tecnica, effettuando un primo pistonaggio con l'avanzare della posa del ghiaietto e comunque prima dell'esecuzione della cementazione o isolamento con argilla.

Nei pozzi perforati a rotazione si compenserà la diminuzione di volume del drenaggio, indotto dal suo costipamento in fase di sviluppo, sovrastando con ghiaietto per il massimo spessore possibile la sommità del relativo filtro. L'altezza dl ghiaietto sovrastante il filtro non dovrà essere inferiore al 10% dell'intero tratto drenante.

7.9 Isolamento delle falde-cementazioni

Gli strati impermeabili significativi che saranno attraversati dalla perforazione dovranno essere ripristinati in fase

di completamento mediante la creazione di setti con argilla o cemento.

7.9.1 Materiali ammessi.

Argilla, nella forma industrializzata della montmorillonite disidratata (conducibilità idraulica dopo la reidratazione in opera $k<1.10^{-10}$ m/s), prodotta in cilindretti di diverse dimensioni. I due prodotti presenti attualmente sul mercato evidenziano limiti per instabilità, per l'uno, e modesta-lenta idratazione per l'altro. Ciò consiglia di confinare tale prodotto con inerte sottile (sabbia) e attendere l'idratazione prima di sottoporlo a sovraccarico idraulico.

Boiacca di cemento, ottenuta miscelando acqua e cemento Pozzolanico o Portland (preferibile il primo per getti sotto falda) fino a raggiungere una densità di riferimento pari a Kg/l 1,8; per conferire plasticità è ammesso premiscelare l'acqua con il 3% di bentonite.

Nel tratto più superficiale dell'intercapedine, purché non satura, si potrà eseguire l'isolamento con un getto di calcestruzzo dall'alto.

La malta cementizia (cemento e sabbia) pompabile è consentita solo nei casi in cui si voglia isolare l'intercapedine in corrispondenza di livelli permeabili e si presuma che l'incremento del carico idraulico sulla formazione, dovuto alla maggiore densità della boiacca, possa innescare un fenomeno di assorbimento del fluido.

7.9.2 Procedure e controlli.

L'argilla in cilindretti sarà immessa per gravità nell'intercapedine tubazione-perforazione. Per evitare il formarsi di "ponti" che possano pregiudicare la corretta gestione dei lavori si esclude l'utilizzo di tale prodotto nei pozzi con intercapedine di spessore inferiore a mm.75, salvo interventi a pochi metri di profondità.

Lo spessore dell'isolamento in argilla, non inferiore a m.3 per consentire un'efficace distribuzione e agglomerazione del prodotto impiegato, sarà chiuso in alto e in basso con un cuscino di sabbia di almeno un metro.

La corretta posa della sabbia e dell'argilla sarà puntualmente controllata con lo scandaglio. Occorre calcolare il tempo necessario (funzione della profondità e della viscosità del fluido) per la discesa dei prodotti alle quote previste.

L'impresa dovrà rispettare un tempo di idratazione del prodotto in opera non inferiore a 12 ore prima di sottoporlo al sovraccarico idraulico (cementazioni, pistonaggio, sviluppo).

La boiacca di cemento sarà iniettata dal basso verso l'alto attraverso un piccolo tubo-getto posto nell'intercapedine ove le dimensioni lo consentano. In questo caso si potranno eseguire cementazioni selettive anche alternate a spessori drenanti.

Il controllo degli spessori sarà affidato al calcolo teorico dei volumi.

Per migliorare il rendimento volumetrico della biacca, anticipando il tempo di presa del cemento si potrà introdurre per gravità ghiaia non inferiore a mm. 10, la quale miscelandosi con il cemento ne incrementerà lo spessore (porosità stimabile del 30-40%). In questo caso si effettuerà il controllo con lo scandaglio, controllo che potrà dare una doppia indicazione sulla ghiaia e indirettamente sul cemento.

Nei pozzi perforati a circolazione diretta, con piccole intercapedini, programmati con rivestimenti "a cannocchiale", l'iniezione avviene attraverso una scarpa posta sul fondo della tubazione da cementare, scarpa dotata di valvola di non ritorno.

Si prevederà di pompare un quantitativo di boiacca pari al 130% del volume teorico necessario, in modo da ottenere un controllo visivo dell'emergere a giorno del prodotto.

7.10 Sviluppo del pozzo

L'impresa indicherà con debito preavviso le metodologie e le attrezzature che intende utilizzare per lo spurgo e lo sviluppo.
La D.L. dovrà accettare o ordinare con preavviso di almeno 48 ore il metodo e le attrezzature che intende siano impiegate durante lo sviluppo.
L'impresa dovrà comunque disporre di adeguate attrezzature per:

- il pistonaggio meccanico a fune;
- il pistonaggio pneumatico;
- il pistonaggio meccanico con le aste e contemporaneo air-lift,
- l'air-lift a semplice o doppia colonna,
- il jetting-tool e contemporaneo air-lift a semplice colonna
- pompe sommerse di adeguate caratteristiche.

La fase di sviluppo si protrarrà per non meno di 24 ore e comunque fino all'ottenimento di acqua limpida anche dopo ripetute accensioni continue della pompa di sollevamento (contenuto di sabbia inferiore a 5 ppm salvo diverse prescrizioni).
Non saranno compensati tempi di sviluppo superiori a 100 ore; se necessario l'Appaltatore proseguirà a sue spese dette operazioni.

7.11 Prova di portata finale

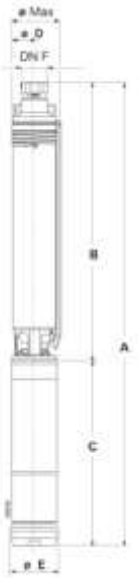
L'Appaltatore predisporrà in pozzo una pompa delle caratteristiche (portata e prevalenza) pari o superiori a quelle indicate in progetto ed eventualmente confermate dopo lo sviluppo.
L'impianto di sollevamento sarà completo della pompa, della tubazione di mandata dell'avviatore elettrico. della tubazione per l'allontanamento dell'acqua dal pozzo al più vicino ricettore di acque superficiali.
L'Appaltatore dovrà altresì predisporre un adeguato e preciso sistema di misurazione della portata, di regolazione della portata, di misurazione del livello in pozzo agevolato da un tubo piezometrico del DN 40 fino alla pompa.
Il compenso per la prova di portata si intende comprensivo della installazione e rimozione di tutta l'attrezzatura necessaria per la corretta esecuzione delle prove, secondo capitolato tecnico, con installazione del corpo pompa fino a 40 metri da p.c., noleggio del generatore di corrente e l'assistenza necessaria, esecuzione di un test idraulico completo (a gradini di portata e a portata costante) per acquisire un valore sperimentale della conducibilità idraulica, registrazione, elaborazione ed interpretazione dei dati in formato elettronico.

7.12 Motori e pompe di sollevamento

All'interno del pozzo trivellato, sarà installato un impianto di sollevamento su pozzo costituito dai seguenti elementi

- Elettropompa sommersa centrifuga pluristadio 8" realizzata interamente in acciaio inossidabile, di facile manutenzione e resistente alla corrosione in ambienti non aggressivi, completa di giranti e diffusori, corpo di mandata, valvola di non ritorno, molla integrata, supporto di aspirazione e albero in acciaio inossidabile. I cuscinetti di guida e gli anelli di usura garantiscono resistenza all'usura assicurando costanza e stabilità nel tempo delle caratteristiche idrauliche. Valvola di non ritorno costruita in acciaio inossidabile con molla integrata.
- Adatta al funzionamento in presenza di sabbia fino a 100 g/m^3.
- Muffola di giunzione in resina poliuretanica colata;
- Cavo elettrico di alimentazione elettropompa "H07RN-F", isolamento in gomma EI4, guaina in policloroprene (neoprene), sezione 4x4,0 mm^2;

- Cavo elettrico per sonde di livello "FROR", isolamento in PVC, guaina in PVC, sezione 3x1,5 mm2;
- Cavidotto per sonde di livello in polietilene strutturato ad alta densità, Ø est. 50 mm;
- Quadro di comando elettromeccanico ad avviamento diretto, in cassa metallica, protezione IP54, alimentazione 400 V trifase, modulo elettronico ed elettrodi sonda;
- Corda di sospensione;
- Tubazione di mandata in polietilene ad alta densità PE 100 PN 16, Ø 63 mm;
- Complesso di erogazione con staffa inox di sostegno, manometro, valvola parzializzatrice di portata con dispositivo "anti chiusura totale", valvola di ritegno, raccorderia di collegamento;
- Contatore volumetrico;
- Contalitri,
- Sensori di livello.
- Caratteristiche idrauliche di centro curva: portata 4,5 m³/h, prevalenza 50 metri.



Dimensioni [mm]	
A	887
B	516
C	371
D	93
E	96
F	G1 1/4
Ø max	98

7.12.1 Camera di avampozzo

1. Le camere di avampozzo saranno costituite da pozzetti prefabbricati in c.a.p con chiusino (lapide) per traffico carrabile e tappo in cls, compreso sottofondo e rinfianchi in calcestruzzo Rck 15 di spessore non inferiore a cm. 10.
2. I pozzetti di raccordo e di ispezione dovranno essere realizzati con elementi prefabbricati autoportanti in calcestruzzo vibrocompresso, classe di resistenza C30/37, classe di esposizione XC2 (resistenza alla corrosione da carbonatazione), XF1 (resistenza all'attacco gelo/disgelo), slump S1 terra umida, grado di finitura scabra, dimensioni minime interne di 180 x 90 cm, con spessore minimo di 15 cm, incastro maschio femmina, predisposizione per innesti a frattura prestabilita e fori per pedarole in acciaio o gradini di discesa. Gli elementi saranno posati su una platea di calcestruzzo Rck 15 di spessore non inferiore a 10 cm, armata con rete elettrosaldata, di dimensioni maggiori di 20 cm rispetto alle dimensioni esterne del pozzetto. Gli elementi saranno tra loro sigillati e stuccati con l'interposizione di malta cementizia.

La ditta produttrice dovrà fornire alla DD.LL. i calcoli di verifica statica degli elementi, secondo quanto imposto dalle NTC vigenti, per l'accettazione del materiale in ingresso al cantiere. Gli elementi dovranno essere prodotti e controllati, nelle varie fasi della produzione, da azienda in possesso di Sistema di Qualità UNI EN ISO 9001:2015.

3. La piastra di copertura, in calcestruzzo vibrocompresso, classe di resistenza C30/37, classe di esposizione XC2 (resistenza alla corrosione da carbonatazione), XF1 (resistenza all'attacco gelo/disgelo), slump S1 terra umida, grado di finitura scabra, di dimensioni esterne idonee per coprire il suddetto pozzetto predisposte per l'installazione dei chiusini in ghisa, convenientemente armata con acciaio B450C per sopportare i carichi esterni di 1° categoria secondo D.M. 17.01.18 (strade carrabili) e marcata CE secondo UNI EN 1917.

8 SPECIFICHE PER LA GESTIONE DELL'IMPIANTO DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI FALDA

8.1 Modalità generali di esecuzione della gestione dell'impianto di TAF e delle opere realizzate

1. La gestione comprende tutte le operazioni da svolgere per assicurare il corretto e regolare funzionamento dell'impianto di trattamento delle acque di falda e di tutte le opere realizzate per l'ottenimento con continuità dei requisiti di qualità richiesti dalla normativa per le acque affluenti, la preservazione di tutte le opere civili, dei macchinari e delle apparecchiature di cui è munito l'impianto (cfr. elaborato A.016 – "Piano di gestione dell'impianto e delle opere connesse").
2. Le operazioni di gestione dell'impianto e delle opere connesse, comprendono tutte le unità di trattamento facenti parte dell'impianto di depurazione con le relative opere di collegamento e sollevamento e tutte le opere accessorie ivi incluse le barriere idrauliche realizzate.
3. La gestione comprende tutte le prestazioni di mano d'opera e di tutti i materiali, con esclusione dell'energia elettrica che rimane a carico dell'Ente proprietario dell'impianto e che sarà rimborsata all'affidatario previa presentazione di idonei giustificativi di pagamento.
4. Tutte le operazioni di cui sopra, dovranno essere eseguite con una organizzazione di mezzi e di personale adeguati per far fronte alle esigenze delle opere di depurazione nel loro complesso ed in particolare, per provvedere alla conduzione dell'impianto di depurazione con assistenza garantita nell'intero periodo contrattuale, al controllo analitico dei vari fluidi dell'impianto, alla manutenzione ordinaria di tutte le opere civili, dei macchinari, degli impianti, delle apparecchiature e delle opere relative ai servizi ed alle opere accessorie, alla pulizia degli impianti e delle opere accessorie (ivi compreso la strada di accesso), alla manutenzione straordinaria dei macchinari, degli impianti e delle apparecchiature.
5. I lavori dovranno essere eseguiti con solerzia, con mezzi e personale adeguati. I locali comunque interessati dallo svolgimento dei lavori dovranno risultare sgombri da attrezzi e rifiuti di qualsiasi genere.

9 SPECIFICHE PER IL COLLAUDO

9.1 Procedura di collaudo funzionale dell'impianto

1. Per collaudo funzionale dell'impianto si intende il collaudo di materiali, apparecchiature, manufatti, ecc., rispetto alla loro funzionalità in opera e secondo le previste condizioni d'uso.
2. L'operazione di collaudo funzionale è volta a determinare:
   - la conformità dell'impianto realizzato con il progetto approvato;
   - la corretta funzionalità dei diversi processi di trattamento dell'acqua;
   - le caratteristiche dei residui originati dal processo (fanghi, soluzioni rigeneranti, acque di

controlavaggio, ecc.);

- l'idoneità dell'impianto a garantire all'acqua i requisiti di qualità richiesti dalla normativa vigente per lo scarico in corpo idrico superficiale (D.Lgs. 152/06 e s.m.i.) e il rispetto di tutte le norme che ne regolano il funzionamento e la compatibilità ambientale.

3. Le prove di collaudo si articolano in due principali fasi:
   - **fase di avviamento**, che riguarda il primo periodo della messa in funzione dell'impianto in cui devono essere regolate le condizioni operative (portata, dosaggio dei reagenti, operazioni di controlavaggio dei filtri, ecc.) e di processo. La durata di questa fase è variabile e riguarderà tutto il periodo necessario ad una regolazione dei suddetti parametri in modo da garantire il funzionamento ottimale dell'impianto;
   - **fase di esercizio provvisorio**, che riguarda il primo funzionamento dell'impianto in condizioni di esercizio. Si prescrive un periodo minimo di 6 mesi in modo da consentire un monitoraggio dell'impianto per un periodo significativo e garantire il corretto affiancamento al personale della Stazione Appaltante o del soggetto da questa individuato che gestirà l'impianto.

9.2 Verifica di conformità al progetto

1. Un primo aspetto che il collaudatore deve verificare è la corrispondenza tra il progetto e l'impianto per quanto riguarda in particolare:
   - dimensioni dei comparti di trattamento;
   - caratteristiche e volumi dei materiali di riempimento;
   - tipologia e caratteristiche delle apparecchiature elettromeccaniche;
   - tipologia e dosaggio previsto per i reattivi.

9.3 Verifiche in fase di avviamento

1. Le prove da condurre in fase di avviamento sono finalizzate alla verifica dei seguenti aspetti:
   - efficienza depurativa di ogni fase di trattamento dell'acqua;
   - dosaggio dei reagenti;
   - caratteristiche dei sistemi di filtrazione;
   - operazioni di controlavaggio dei filtri;
   - efficienza della linea fanghi;
   - caratteristiche dei residui prodotti;

9.4 Efficienza depurativa di ogni fase di trattamento dell'acqua

1. L'efficienza di rimozione degli inquinanti più critici presenti nell'acqua deve essere opportunamente valutata effettuando un monitoraggio dei principali parametri nell'acqua grezza e di quella in uscita da ogni fase di trattamento.
2. Per poter disporre di dati sufficientemente significativi su tale punto, si ritiene opportuno effettuare almeno due monitoraggi completi, in condizioni di portata minima e massima di funzionamento, in corrispondenza delle condizioni più critiche di funzionamento (ad esempio prima del controlavaggio dei filtri, prima del ciclo di rigenerazione delle resine, ecc.).
3. In aggiunta, è possibile prevedere anche un monitoraggio nelle condizioni ottimali di funzionamento

dell'impianto (subito dopo i controlavaggi, dopo i cicli di rigenerazione dei materiali, ecc.) da confrontare con quello svolto in precedenza.

4. La scelta dei parametri da monitorare verrà effettuata sulla base delle caratteristiche dell'acqua grezza; si consiglia almeno l'analisi dei seguenti parametri:
   - un controllo dei parametri più significativi in ingresso e uscita da ogni singola fase di trattamento (T, pH, p.redox, solidi sospesi, TOC, acido nitroso, COD, Idrocarburi totali);
   - un controllo completo dei parameri previsti dalla Tab. 3 All. 5 Parte III DLgs 152/06 in ingresso e uscita dall'impianto.
5. Durante le prove verrà controllata anche la portata alimentata all'impianto.

9.5 Verifica del corretto dosaggio dei reagenti

1. Durante le prove di funzionamento suddette, in condizioni di portata minima e massima, è opportuno effettuare il controllo sui reattivi chimici impiegati nel processo, analizzando:
   - caratteristiche delle soluzioni impiegate (densità, concentrazione, ecc.);
   - dosaggio dei reattivi (mediante le portate registrate dalle pompe dosatrici);
   - concentrazione dei reattivi nelle vasche (mediante analisi dei campioni prelevati in punti opportuni).
2. Confrontando la concentrazione rilevata analiticamente con il dosaggio di ogni reagente (registrato dalla pompa) e la portata di acqua trattata sarà possibile valutare il corretto funzionamento dei sistemi di miscelazione.

9.6 Caratteristiche dei sistemi di filtrazione

1. Questo punto consiste nella verifica delle caratteristiche dei materiali di riempimento (mezzi filtranti). In particolare, si prevede un controllo delle caratteristiche fisiche (dimensioni, densità) e delle caratteristiche chimiche (presenza di materiale organico o altri inquinanti).

9.7 Operazioni di controlavaggio dei filtri

1. Durante ognuna delle due prove (con portata minima e massima) è opportuno eseguire una operazione di controlavaggio dei filtri nel corso della quale vanno verificati i seguenti parametri:
   - corretta sequenza delle fasi di controlavaggio;
   - quantità di aria e acqua utilizzate;
   - durata di ogni fase;
   - consumi energetici;
   - variazione della perdita di carico sul filtro (tra prima e dopo in controlavaggio);
   - qualità della prima acqua filtrata dopo il controlavaggio (mediante ripetizione dell'analisi dei parametri più significativi sull'acqua in uscita dal filtro).

9.8 Efficienza della linea fanghi

1. Sulla linea fanghi è necessario, in primo luogo, valutare l'efficienza dei diversi trattamenti nella riduzione dell'umidità del fango. A tale scopo sono necessari i seguenti prelievi:
   - un prelievo dal bacino di accumulo fanghi
   - un prelievo del fango sedimentato e ispessito;

- un prelievo del fango disidratato;
- la verifica del dosaggio di polielettrolita.

2. Dalla analisi dei SST sarà possibile verificare l'efficienza dell'ispessitore e del disidratatore, stimare la portata di acqua surnatante separata, determinare l'incremento di SST dovuto all'aggiunta del polielettrolita.

9.9 Caratteristiche dei residui prodotti

1. Per i residui finali derivanti dall'impianto (fango e carbone esausto) è necessario effettuare una caratterizzazione secondo la normativa di riferimento per valutarne le opportunità di smaltimento o recupero.
2. Al fine di assegnare il corretto codice CER al fango prodotto e al carbone esausto da conferire a impianti esterni, sarà effettuata la caratterizzazione di base del rifiuto, nel rispetto delle specifiche prescrizioni indicate dalla normativa vigente al momento del collaudo.
3. Questo permetterà di determinare l'ammissibilità in discarica e/o in impianti di trattamento off site dei rifiuti prodotti.
4. Sulla base delle informazioni sulla tipologia di contaminazione presente sul sito e sulla tipologia di rifiuto da conferire ad impianti di trattamento e/o smaltimento esterni, i codici CER di cui si prevede l'assegnazione saranno:

   CER 19.13: Rifiuti prodotti dalle operazioni di bonifica e risanamento delle acque di falda:

- 19.13.05* fanghi prodotti dalle operazioni di risanamento delle acque di falda, contenenti sostanze pericolose
- 19.13.06 fanghi prodotti dalle operazioni di risanamento delle acque di falda, diversi da quelli di cui alla voce 19.13.05*
- *CER 06 13 00 rifiuti di processi chimici inorganici non specificati altrimenti*
- 06.13.02* carbone attivato esaurito

Periodicamente andrà prelevato un campione rappresentativo, campionato secondo le norme vigenti (Metodo della quartatura CNR-IRSA, quaderno 64, gennaio 1985; metodo UNI 10802 "Rifiuti liquidi, granulari e fanghi, campionamento manuale e preparazione ed analisi degli eluati"), da sottoporre ad analisi per la classificazione del rifiuto (determinazione del CER di cui all'Allegato D del D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 ai sensi della normativa vigente), per la definizione della pericolosità dello stesso e per la verifica dell'accettabilità del rifiuto in discarica tramite test di cessione ai sensi del D.Lgs. n. 121 del 3 settembre 2020 e s.m.i.

9.10 Verifiche in condizioni di esercizio provvisorio

1. Per tutti i parametri per cui è effettuato un controllo in continuo (con rilevatori on-line o misuratori portatili) o viene fatta una frequente registrazione (portata trattata, parametri di qualità dell'acqua, cloro residuo, pH, quantità di fango prodotto, portata di surnatante, consumo reagenti, consumi energetici, ecc.) è utile svolgere una analisi dei dati relativi **ai primi 4 mesi di funzionamento a regime** per valutare:
   - portata trattata,
   - corretto funzionamento dei processi di trattamento (ad esempio il potenziale redox per le fasi di ossidazione, il cloro residuo per il trattamento con biossido di cloro, ecc.),
   - consumo di reagente per tipologia,
   - rapporto tra fango prodotto e portata trattata,
   - consumi energetici.

9.11 Verifiche idrodinamiche

1. Il comportamento idrodinamico di un reattore è un parametro che ha una notevole influenza sul grado di efficienza del processo chimico-fisico e biologico in atto nel bacino. Le prove idrodinamiche servono per riuscire a quantificare eventuali scostamenti dal comportamento ideale e/o presunto, che si possono manifestare attraverso diversi tipi di anomalie: presenza di bypass, volumi morti, dispersione assiale accentuata, ecc..
2. La prova consiste nell'applicare una perturbazione ad un reattore mediante l'immissione di un tracciante e nell'andare ad interpretare la curva di risposta (RTD-Retention Time Distribution) in uscita dal reattore mediante l'utilizzo di un modello teorico di funzionamento idrodinamico in grado di simulare quello rilevato sperimentalmente. Dall'analisi del modello è possibile determinare una serie di coefficienti rappresentativi del funzionamento idrodinamico del reattore (miscelazione completa, flusso a pistone, soluzione intermedia tra le due, ecc.) e della presenza di eventuali anomalie (volume morto, by-pass, ecc.). L'utilità pratica di tali prove è quella di individuare le cause di eventuali malfunzionamenti e di suggerire alcune soluzioni correttive.

9.12 Limiti di fornitura – Lavori inclusi

1. Per la realizzazione degli impianti si intendono incluse nelle prestazioni della ditta tutte le opere indicate e descritte nella documentazione di riferimento ed in genere tutto quanto necessario per una perfetta esecuzione e funzionamento degli impianti, anche nelle parti eventualmente non descritte o mancanti sui disegni.
2. Nella fornitura degli impianti si ritengono incluse tutte le prestazioni necessarie a dare l'opera completamente finita e funzionante.
3. In particolare oltre alla fornitura dei materiali/componenti sono inclusi:
   - tutti i trasporti da officina a cantiere;
   - trasporto, scarico e posa in opera con mezzi speciali e mano d'opera specializzata di tutti i carichi speciali (vengono considerati tali quelli eccedenti i mezzi normalmente disponibili in cantiere);
   - tutte le opere murarie;
   - la trapanatura nel cemento armato dei fori per fissaggio di tasselli ad espansione per il sostegno degli ancoraggi;
   - la fornitura di zanche, tasselli e quant'altro necessario per murare gli staffaggi e/o ancoraggi di tubazioni, apparecchi e apparecchiature;
   - la verniciatura protettiva delle tubazioni o qualsiasi altra opera metallica facente parte del progetto;
   - la strumentazione da installare sui circuiti e sulle apparecchiature;
   - il ripristino di eventuali isolamenti o verniciature danneggiate prima della consegna degli impianti;
   - la riparazione e/o sostituzione di apparecchiature e materiali danneggiati prima della consegna degli impianti;
   - l'assistenza tecnica durante l'esecuzione dei lavori e fino alla presa in carico dell'impianto da parte della Stazione Appaltante;
   - montaggio materiali di uso e consumo, per il collaudo e la messa in funzione.

9.13 Oneri a carico dell'Appaltatore

1. Oltre agli oneri derivanti da quanto indicato nella relazione "*impianto trattamento acque di falda*", si intendono comprensivi anche dei seguenti oneri:

- componenti accessori ed i materiali di consumo anche se non esplicitamente specificati nei documenti di progetto ma necessari per l'esecuzione delle opere;
- l'istruzione gratuita per un periodo di sei mesi del personale della Stazione Appaltante (o da questa indicato) che sarà destinato all'esercizio dell'impianto;
- le prove di pressione e tenuta, di funzionamento e taratura delle apparecchiature;
- la conduzione degli impianti per il periodo che va dalla ultimazione dei lavori al collaudo provvisorio.

2. Sarà obbligo dell'Appaltatore coordinare e subordinare, secondo le disposizione della Direzione Lavori, l'esecuzione delle opere alle esigenze di qualsiasi genere che dipendano dalla contemporanea effettuazione di tutte le altre opere affidate sia all'Appaltatore che ad altre ditte.

9.14 Prove, verifiche e collaudo delle apparecchiature e dei materiali

1. La ditta installatrice ha l'obbligo di eseguire o far eseguire, durante l'esecuzione delle opere, dal proprio personale o dalla D.L. tutte le verifiche quantitative, qualitative e funzionali richieste dalla D.L., in modo che si abbia tutta la documentazione necessaria e completa prima della dichiarazione di ultimazione dei lavori.
2. Prima, durante e alla fine del montaggio delle apparecchiature devono essere effettuate le necessarie prove e verifiche di conformità delle forniture con le norme di riferimento con le prescrizioni e con le specifiche tecniche.
3. L'Appaltatore ha altresì l'obbligo di eseguire o far eseguire in sede di collaudo tutte le prove di accettazione e di collaudo previste dalle norme, regolamenti e disposizioni, anche se non esplicitamente indicate nel presente Capitolato a insindacabile giudizio del collaudatore.

9.15 Disegni costruttivi - Documentazione - Cataloghi

1. Dovranno essere sottomessi alla Committente, e per essa alla D.L., gli schemi costruttivi, la documentazione, i cataloghi tecnici con le istruzioni per l'approvazione di tutte le apparecchiature ed i materiali previsti per la realizzazione degli impianti. L'Appaltatore dovrà sottomettere i disegni costruttivi per l'approvazione e confermare i disegni indicanti il lay-out generale delle installazioni; completarli con gli eventuali dettagli, con i percorsi delle tubazioni, ecc. e con i relativi sistemi di supporto.
2. Dovrà inoltre fornire e/o sottomettere i disegni relativi agli schemi funzionali, agli schemi di regolazione, ai dettagli di montaggio e di installazione, ai basamenti, alle forometrie e a quant'altro necessario.

9.16 Montaggi

1. Tutti i materiali e le apparecchiature dovranno essere installati in accordo alle prescrizioni del costruttore e conformemente alle specifiche e capitolati di contratto e comunque nel pieno rispetto delle normative vigenti sulla sicurezza del lavoro. I montaggi dovranno essere eseguiti da personale specializzato.
2. Prima, durante e dopo qualsiasi intervento l'Appaltatore ha l'obbligo di garantire la pulizia dei luoghi di lavoro in considerazione della tipologia degli interventi e del luogo di esecuzione.

9.17 Basamenti delle apparecchiature

1. Dovranno essere previsti tutti i basamenti delle apparecchiature sia metallici che in conglomerato cementizio o altro materiale.
2. Questi dovranno avere un'altezza non minore di 15 cm ed una superficie pari al supporto o all'ingombro dell'apparecchiatura più una fascia perimetrale libera non minore di 15 cm.

3. I basamenti dovranno essere previsti per tutte le apparecchiature appoggiate a pavimento o comunque quando ritenuto necessario.
4. I basamenti dovranno essere dotati di interposto strato isolante qualora necessario per limitare la trasmissione di vibrazioni al pavimento ed il rumore.

9.18 Identificazione delle apparecchiature

1. Tutte le apparecchiature quali pompe, valvole, saracinesche, tubazioni ecc. dovranno essere identificate a mezzo di targhette permanentemente applicate alle stesse.
2. Le targhette dovranno corrispondere all'identificazione rilevabile dai disegni finali e dovranno indicare i dati tecnici principali dell'apparecchiatura.

9.19 Passaggi ed attraversamenti

1. L'Appaltatore prima dell'esecuzione di passaggi o forature per l'attraversamento di tubazioni, cavidotti o altro dovrà richiedere l'approvazione della D.L.

9.20 Rumore e vibrazioni delle apparecchiature

1. L'Appaltatore dovrà provvedere ad idonei sistemi di smorzamento delle vibrazioni onde evitare che sollecitazioni anormali vengano trasmesse alle strutture e/o si producano rumori oltre i limiti consentiti dalla normativa vigente.

9.21 Istruzioni al personale della Committenza

1. L'Appaltatore dovrà provvedere tramite proprio personale tecnico all'istruzione del personale di manutenzione e conduzione degli impianti della Committenza per un periodo non inferiore a 6 mesi.
2. Il periodo di istruzione di cui sopra si intende indipendente da quello relativo alle prove e ai collaudi.

9.22 Documentazione finale, manuale di conduzione e manutenzione

1. Prima del collaudo provvisorio degli impianti, l'Appaltatore sottometterà alla D.L. la seguente documentazione:
   - i disegni esecutivi finali degli impianti (as-built) corredati di piante, sezioni e quant'altro necessario per l'immediata individuazione e con l'esatta ubicazione di ogni singolo componente degli impianti e delle reti, nonché i disegni di ingombro e di posizionamento delle macchine, gli schemi funzionali e i percorsi delle tubazioni con i dimensionamenti in ogni punto significativo;
   - la documentazione tecnica dei principali componenti degli impianti installati con particolare riguardo alle caratteristiche funzionali e dimensionale di tutte le apparecchiature con i riferimenti di identificazione e sigle di riconoscimento;
   - i manuali di istruzione per l'esercizio e la manutenzione dei componenti principali degli impianti.
2. Tutta la documentazione grafica suddetta dovrà essere consegnata in formato elettronico ed in copia cartacea.
3. I manuali, le relazioni, le istruzioni e tutta la documentazione scritta dovranno essere consegnati in formato elettronico ed in duplice copia cartacea contenuta in apposito raccoglitore.

9.23 Assistenze

1. Al termine dei lavori l'Appaltatore dovrà provvedere per conto della Committenza alla formulazione di tutte le denunce relative e delle domande di collaudo degli impianti da parte degli organi preposti (VVF – ISPESL - Comune - ecc) secondo le leggi e i regolamenti vigenti.

9.24 Materiali di consumo

1. Sono comprese negli oneri attinenti alla realizzazione delle opere le forniture di tutti quei materiali che permettono la gestione degli impianti fino al collaudo provvisorio quali:
   - olii, grassi, lubrificanti, ecc. richiesti per il funzionamento delle varie apparecchiature;
   - guarnizioni, baderne ecc. per valvolame e pompe.

9.25 Qualità e provenienza dei materiali

1. Tutti i materiali, le macchine, gli apparecchi e le apparecchiature forniti e posti in opera, devono essere della migliore qualità, lavorati a perfetta regola d'arte e corrispondenti al servizio cui sono destinati.
2. Essi dovranno avere caratteristiche conformi alle norme UNI, se esistenti, e dove possibile essere ammessi al regime del marchio europeo di qualità (CE).
3. Qualora la D.L. rifiuti dei materiali ancorché posti in opera perché ritenuti a suo insindacabile giudizio per qualità, lavorazione, installazione non idonei, l'Appaltatore a sua cure e spese deve allontanarli dal cantiere e sostituirli con altri che soddisfino alle condizioni prescritte.

9.26 Prescrizioni esecutive generali

1. Gli impianti dovranno essere realizzati oltre che secondo le prescrizioni del disciplinare anche secondo la buona regola dell'arte, intendendosi con tale denominazione l'osservanza di tutte le norme più o meno codificate di corretta esecuzione dei lavori.
2. Tutte le opere in carpenteria metallica, incluse vasche, flottatori, filtri, etc saranno realizzati in materiale S235JR con protezione superficiale parti emerse:
   - Sabbiatura grado SA 2-1/2
   - Una mano di primer zincante inorganico
   - Una mano di vernice epossidica intermedia bicomponente
   - Una mano di vernice poliuretanica bicomponente di finitura
   - Spessore totale non inferiore a 200 micron e protezione superficiale parti immerse o a bagno-asciuga:
   - Sabbiatura grado SA 2-1/2
   - Due mani di vernice epossifenolica amminica bicomponente
   - Spessore totale non inferiore a 300 micron
   - sostituire il ciclo di verniciatura con ciclo di zincatura a caldo eseguito in accordo alla EN ISO 1461 :1999.
3. Le tubazioni di collegamento tra le varie opere potranno eventualmente essere realizzate in PVC anziché S235JR UNI PN10.

10 SPECIFICHE TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEL CONSOLIDAMENTO MEDIANTE DEEP MIXING

10.1 Oggetto e riferimenti

1. Il presente capitolo disciplina l'esecuzione dell'intervento INT.04 – Consolidamento e ripristino della sede stradale a valle delle vasche 2 e 3, mediante colonne verticali di terreno consolidato realizzate con tecnologia deep mixing, secondo quanto previsto nella Relazione specialistica consolidamento sede stradale (02.PE.GEN.RS.1) e negli elaborati grafici 015.PE.GEN.EG.5 "Planimetria consolidamento sede stradale e particolari costruttivi" e 016.PE.GEN.EG.6 "Profilo consolidamento sede stradale e particolari costruttivi".
2. L'esecuzione, i controlli e il collaudo del trattamento dovranno essere conformi alle seguenti norme:
   - D.M. 17 gennaio 2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018), con particolare riferimento al § 6.4.3 "Miglioramento e rinforzo dei terreni", e relativa Circolare n. 7/2019;
   - UNI EN 1997-1 (Eurocodice 7) – Progettazione geotecnica;
   - UNI EN 14679 – Esecuzione di lavori geotecnici speciali – Miscelazione profonda (Deep Mixing);
   - UNI EN 197-1 – Cemento: composizione, specificazioni e criteri di conformità, per il legante impiegato.

10.2 Tecnologia esecutiva e caratteristiche geometriche delle colonne

1. Il trattamento sarà realizzato con il metodo dry deep mixing a colonne verticali discrete: l'utensile rotante viene fatto avanzare fino alla profondità di progetto disgregando il terreno e, in fase di risalita con verso di rotazione invertito, viene introdotto il legante in polvere mediante aria compressa e miscelato con il terreno naturale. Qualora si incontrino livelli con umidità insufficiente allo sviluppo delle reazioni di idratazione del legante, l'attrezzatura dovrà essere dotata di sistema di umidificazione.
2. Le colonne dovranno rispettare le seguenti caratteristiche geometriche:
   - diametro delle colonne: 0,40 m (valore minimo);
   - numero di file: 3, disposte parallelamente all'asse stradale, per una fascia trattata di larghezza pari a circa 2,40 m;
   - interasse longitudinale: 1,00 m;
   - interasse trasversale: 1,00 m nel tratto corrente, fino a 1,45 m in corrispondenza delle estremità e delle variazioni geometriche del tracciato;
   - profondità delle colonne: variabile da 2,50 m a 5,00 m dal piano di lavoro, secondo il profilo 016.PE.GEN.EG.6;
   - sviluppo longitudinale dell'intervento: circa 190 m, per un numero complessivo di circa 570 colonne;
   - rapporto di sostituzione: non inferiore al 12,6% nel tratto corrente e all'8,7% nei tratti a interasse trasversale locale.
3. Ciascuna colonna dovrà intercettare l'orizzonte a caratteristiche meccaniche più consistenti (passaggio Strato 1 – Strato 2) con un ammorsamento non inferiore a 0,50 m. Il raggiungimento di tale orizzonte sarà verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei parametri di perforazione registrati per ogni colonna.
4. Tolleranze di esecuzione: posizione planimetrica dell'asse della colonna ±5 cm; deviazione dalla verticale non superiore al 2%; profondità non inferiore a quella di progetto; diametro non inferiore a 0,40 m.

10.3 Legante, dosaggi e parametri operativi

1. Il legante sarà di tipo cementizio, in polvere, conforme alla norma UNI EN 197-1. Il tipo e la classe di resistenza

del cemento saranno proposti dall'Appaltatore e approvati dalla Direzione Lavori sulla base degli esiti del campo prova di cui al successivo paragrafo. Il legante dovrà essere conservato in silos o contenitori a tenuta, al riparo dall'umidità.

2. **Dosaggio del legante:** compreso tra 100 e 250 kg per m³ di terreno trattato, pari a circa 12,6 ÷ 31,4 kg per metro lineare di colonna di diametro 0,40 m. Il dosaggio di esecuzione sarà fissato, all'interno di tale intervallo, sulla base degli esiti del campo prova, come il dosaggio che garantisce il raggiungimento della resistenza di progetto di cui al punto 3 del paragrafo successivo.
3. Parametri operativi di riferimento per il metodo dry mixing, da tarare in sede di campo prova:
   - velocità di penetrazione: 2,0 ÷ 6,0 m/min;
   - velocità di recupero: 1,5 ÷ 6,0 m/min;
   - velocità di rotazione delle lame: 100 ÷ 200 giri/min;
   - fase di immissione del legante: recupero (risalita).
4. I parametri operativi approvati a seguito del campo prova (dosaggio, velocità di avanzamento e di risalita, velocità di rotazione) costituiscono riferimento vincolante per l'esecuzione di tutte le colonne e non potranno essere modificati senza autorizzazione scritta della Direzione Lavori.

10.4 Campo prova preliminare

1. Prima dell'avvio delle lavorazioni l'Appaltatore dovrà eseguire un campo prova, in posizione indicata dalla Direzione Lavori e rappresentativa delle condizioni del tracciato, costituito da almeno 6 colonne di prova realizzate con almeno due diversi dosaggi di legante compresi nell'intervallo di cui al paragrafo precedente e con profondità rappresentative dei tratti a minore e a maggiore profondità di trattamento.
2. Sulle colonne di prova dovranno essere eseguiti i seguenti controlli:
   - registrazione continua dei parametri operativi di cui al successivo paragrafo;
   - scopertura della testa della colonna per la misura diretta del diametro e la verifica della centratura;
   - carotaggio continuo a tutta profondità in asse ad almeno una colonna per ciascun dosaggio, con valutazione della percentuale di recupero e della continuità e omogeneità del materiale trattato;
   - prove di compressione monoassiale non confinata su almeno 3 provini per ciascun carotaggio, a 7 e a 28 giorni di maturazione.
3. Il campo prova avrà esito positivo se: il diametro misurato risulta non inferiore a 0,40 m; il materiale trattato risulta continuo e omogeneo lungo l'intera profondità; la resistenza caratteristica a compressione non confinata a 28 giorni risulta non inferiore a 2,0 MPa, valore assunto nel dimensionamento (§ 6.2.2 della Relazione 02.PE.GEN.RS.1).
4. Gli esiti del campo prova saranno riportati in una relazione, a cura dell'Appaltatore, contenente i parametri operativi e il dosaggio proposti per l'esecuzione, da sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori prima dell'avvio delle lavorazioni. In caso di esito negativo, l'Appaltatore dovrà ripetere il campo prova, a propria cura e spese, modificando dosaggio e parametri operativi entro gli intervalli prescritti.

10.5 Controlli geotecnici in corso d'opera

1. L'attrezzatura dovrà essere dotata di sistema di acquisizione automatica e continua dei parametri di lavorazione. Per ogni colonna dovranno essere registrati almeno: identificativo e coordinate della colonna, data e ora di inizio e fine, profondità raggiunta, velocità di avanzamento e di risalita, velocità di rotazione, quantità di legante immessa

per metro di colonna, pressione dell'aria compressa. I tabulati dovranno essere consegnati giornalmente alla Direzione Lavori.

2. Sul 100% delle colonne dovranno essere verificati la posizione planimetrica, mediante tracciamento topografico, la profondità raggiunta e il dosaggio di legante effettivamente immesso, anche mediante bilancio giornaliero tra legante consumato e quantità teorica.
3. Durante l'esecuzione dovranno essere eseguiti:
   - carotaggi continui a tutta profondità in asse ad almeno l'1% delle colonne realizzate, e comunque in numero non inferiore a 6, in posizioni scelte dalla Direzione Lavori, con prove di compressione monoassiale non confinata a 28 giorni su almeno 3 provini per carotaggio;
   - scopertura della testa di almeno 1 colonna ogni 50 per la verifica del diametro.
4. La resistenza caratteristica a compressione non confinata a 28 giorni ottenuta dalle prove in corso d'opera non dovrà risultare inferiore a 2,0 MPa.
5. Le colonne per le quali i parametri registrati o i controlli risultino non conformi alle prescrizioni (profondità o dosaggio inferiori a quelli approvati, interruzioni del ciclo di miscelazione, diametro o resistenza insufficienti) saranno valutate dalla Direzione Lavori, che potrà ordinare l'esecuzione di colonne integrative adiacenti, a cura e spese dell'Appaltatore.

10.6 Collaudo dell'intervento e ripristino della sovrastruttura stradale

1. Ai fini del collaudo l'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori la documentazione as-built dell'intervento, comprendente: planimetria con posizione e numerazione delle colonne realizzate, profondità effettiva e dosaggio di ciascuna colonna, tabulati di registrazione dei parametri operativi, esiti del campo prova e dei controlli in corso d'opera.
2. Il collaudo prevede inoltre l'esecuzione di prove penetrometriche in almeno 3 verticali rappresentative, eseguite prima e dopo il trattamento, per la verifica dell'incremento di resistenza e della riduzione della deformabilità del terreno trattato rispetto alle condizioni iniziali.
3. Il rifacimento della sovrastruttura stradale (fresatura dello strato esistente per circa 10 cm, strato di binder di 7 cm e tappeto di usura di 3 cm, con pendenza trasversale di circa il 2%) potrà essere avviato solo a completamento del trattamento e previo benestare della Direzione Lavori sugli esiti dei controlli. L'efficacia dell'intervento sarà verificata anche mediante l'accertamento dell'assenza di fenomeni deformativi significativi del piano viabile ripristinato.
4. Gli eventuali materiali di risulta prodotti durante l'esecuzione del trattamento dovranno essere gestiti secondo quanto previsto dalla Relazione gestione delle materie (02.PE.AMB.RS.2) e dalla normativa vigente.