



00	09/2022	PRIMA EMISSIONE	ETC	ETC	AC
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
PROGETTO W01M Revamping dell'impianto di depurazione di Bellinzago Novarese - Via Ticino (NO)					
LIVELLO DI PROGETTAZIONE PROGETTO DEFINITIVO					
TITOLO ELABORATO Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici					
COMMESSA 10043353		CODICE ELABORATO D-R-120-05		CUP D11D22000130006	
				SCALA -	
IL PROGETTISTA  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI TRENTO dott. ing. Angelo Cantatore Ingegnere civile e ambientale, industriale e dell'informazione Iscritto al N. 2532 d'Albo - Sezione A degli Ingegneri </div> <p>ETC ENGINEERING S.R.L. Via Praga, 7 - 38121 Trento (TN) Tel: 0461 825966 - Fax: 0461 825966 web. www.etc-eng.it - e-mail: info@etc-eng.it</p>				DATA 09/2022	
 <p>Via generali, 91 28100 Novara (NO) Tel: 0321.413790</p>		IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO Ing. Giuseppe Caranti		DATA 09/2022	
		IL DIRETTORE DEI LAVORI		DATA 09/2022	
				PAG. N° DI 1 1	
<small>MO0109-Cartiglio-Rev.00</small>					

Il presente elaborato non potrà essere riprodotto, nè distribuito senza l'autorizzazione scritta di questa Società che ne detiene la proprietà.

INDICE

1	MOVIMENTI TERRA: SCAVI.....	8
1.1	Generalità.....	8
1.2	Modalità esecutive	8
1.3	Esaurimento acque dagli scavi.....	9
2	DEMOLIZIONE E RIMOZIONE DI STRUTTURE MURARIE E METALLICHE.....	12
2.1	Generalità.....	12
2.2	Modalità esecutive	12
3	CALCESTRUZZO.....	14
3.1	Normativa riferimento.....	14
3.2	Generalità.....	14
3.3	Materiali	15
3.4	Cemento.....	15
3.5	Aggregati.....	16
3.6	Acqua di impasto	20
3.7	Additivi	20
3.7.1	Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti.....	21
3.7.2	Additivi aeranti.....	21
3.7.3	Additivi ritardanti e acceleranti	22
3.7.4	Additivi antigelo.....	23
3.7.5	Silice ad alta superficie specifica (Silicafume).....	23
3.7.6	Impermeabilizzanti.....	23
3.7.7	Additivi per calcestruzzi di massa.....	24
3.8	Malte e betoncini a stabilità volumetrica	24
3.9	Malte sigillanti espansive e tenuta idraulica	25
3.10	Intonaci impermeabilizzanti speciali.....	26
3.11	Materiali per giunti	26
3.12	Tipi e classi dei conglomerati cementizi	26
3.13	Tipi particolari di conglomerato cementizio	27
3.13.1	Betoncino Proiettato a pressione (spritz-beton).....	27

3.13.2 Malta cementizia tipo EMACO	28
3.13.3 Fibrorinforzati	29
3.14 Classi di esposizione ambientale	29
3.15 Classi di consistenza del calcestruzzo	32
3.16 Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi	33
3.17 Controlli in corso d'opera	34
3.18 Resistenza dei conglomerati cementizi	35
3.19 Durabilità dei conglomerati cementizi	37
3.20 Tecnologia esecutiva delle opere	38
3.21 Confezione dei conglomerati cementizi	38
3.22 Trasporto	40
3.23 Posa in opera	41
3.24 Precauzioni particolari per l'esecuzione dei getti durante la stagione calda	47
3.25 Finitura delle superfici del calcestruzzo	47
3.26 Stagionatura e disarmo	48
3.27 Maturazione accelerata a vapore	51
3.28 Disarmo e scasseratura	51
3.29 Protezione dopo la scasseratura	52
3.30 Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari	52
3.31 Prova sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco	53
3.32 Strutture a tenuta idraulica	53
3.33 Pavimentazioni e platee esposte all'esterno	55
3.34 Armature per c.a.	58
3.35 Armatura di precompressione	61
3.36 Protezione catodica delle solette di impalcato di ponti e viadotti	62
3.37 Metodo di Figg per la determinazione del grado di permeabilità all'aria del conglomerato cementizio	62
3.38 Apparecchiature e materiali impiegati nella prova	63
3.39 Metodologia di prova	63
3.40 Classificazione del conglomerato cementizio in base al valore di permeabilità	63
3.41 Resoconto di prova	64
3.42 Opere di fondazione	64

3.43 Inserti a tenuta nei calcestruzzi.....	65
3.44 Consolidamento di strutture in c.a.....	65
4 CASSEFORME.....	67
4.1 Generalità.....	67
4.2 Casseforme centinate.....	67
4.3 Tiranti di ancoraggio	68
4.4 Pulizia e lubrificazione.....	68
4.5 Disarmo	68
5 FERRO TONDO D'ARMATURA.....	69
5.1 Generalità.....	69
5.2 Modalità esecutive.....	69
5.3 Prove di accettazione e controllo	69
5.4 Certificazioni.....	70
6 RIVESTIMENTI PROTETTIVI.....	71
6.1 Generalità.....	71
6.2 Superfici metalliche	71
6.3 Superfici in calcestruzzo entro terra	72
6.4 Superfici in calcestruzzo fuori terra e interno fabbricati.....	72
6.5 Superfici interne dei manufatti in calcestruzzo	73
7 OPERE DI CARPENTERIA METALLICA E FINITURE CIVILI.....	75
7.1 Generalità.....	75
7.2 Caratteristiche dei materiali	75
7.3 Modalità esecutive.....	76
7.4 Parapetti metallici.....	77
7.5 Acciaio da carpenteria zincato a caldo.....	77
7.6 Acciaio da carpenteria AISI 304L.....	78
7.7 Coperture di botole, pozzetti ecc.....	79
7.8 Scale alla marinara.....	79
7.9 Paratoie metalliche	79
7.10 Collaudo tecnologico dei materiali	80
7.11 Collaudo dimensionale e di lavorazione	80
7.12 Prove di carico e collaudo statico delle strutture in acciaio	80
7.13 Solai in calcestruzzo e laterizio.....	81

7.13.1 Generalità	81
7.13.2 Materiali.....	81
7.14 Rinzaffi	82
7.15 Pozzetti gettati in opera - Norme particolari esecutive	82
7.16 Chiusini per camerette	83
7.17 Ripristini di pavimentazioni stradali.....	84
8 OPERE STRADALI	86
8.1 Generalità.....	86
8.2 Fondazioni in misto granulare: generalità	86
8.3 Fondazioni in misto granulare: caratteristiche dei materiali.....	86
8.4 Fondazioni in misto granulare: modalità esecutive	87
8.5 Fondazioni in misto granulare: prove di accettazione e controllo	88
8.6 Strati di base: generalità	88
8.7 Strati di base: caratteristiche dei materiali.....	88
8.8 Strati di base: modalità esecutive.....	90
8.9 Strati di base: prove di accettazione e controllo	92
8.10 Strati di collegamento e di usura: generalità	93
8.11 Strati di collegamento e di usura: caratteristiche dei materiali.....	94
8.12 Strati di collegamento e di usura: modalità esecutive	97
8.13 Strati di collegamento e di usura: prove di accettazione e controllo	97
9 TUBAZIONI E RELATIVI PEZZI SPECIALI	98
9.1 Tubazioni in polietilene ad alta densità (PEAD) e relativi pezzi speciali	98
9.2 Tubazioni in acciaio	100
9.3 Prove di tenuta idraulica per tubazioni in pressione	118
9.4 Prove di tenuta idraulica per condotte a gravità.....	120
9.5 Specifiche del piping di progetto	121
9.5.1 Tubazioni di processo	121
9.5.2 Flange.....	121
9.5.3 Staffaggi.....	122
9.5.4 Giunti passamuro a tenuta idraulica	123
10 APPARECCHIATURE ELETTROMECCANICHE.....	124
10.1 Macchine	124
10.1.1 100-GR-101-Grigliatura Grossolana.....	124

10.1.2 100-GR-102-A/B-Grigliatura fine.....	127
10.1.3 100-TR-101-Coclea di trasporto	130
10.1.1 100-TR-102-Coclea di trasporto	131
10.1.2 100-RF-101-Carroponete Dissabbiatura/Disoleatura	133
10.1.3 100-CS-101-Classificatore-lavatore sabbie.....	136
10.1.4 100-CR-101-A/R-Soffiante a lobi	138
10.1.5 100-PS-101 – Pompa centrifuga sommergibile.....	138
10.1.6 100-PS-102 – Pompa centrifuga sommergibile.....	139
10.1.7 100-PS-103-A/R-Pompa centrifuga sommergibile.....	140
10.1.8 200-CR-101-R – Soffiante a lobi.....	141
10.1.9 200-CR-102 – Soffiante a lobi.....	142
10.1.10 300-PS-101-A/R – Pompa centrifuga sommergibile.....	143
10.1.11 300-PS-102-A/R – Pompa centrifuga sommergibile.....	144
10.1.12 400-PS-101 – Pompa centrifuga sommergibile	145
10.2 Strumenti	146
10.2.1 Interruttori di livello galleggiante.....	146
10.2.2 100-FIT-101-Misuratore di portata elettromagnetico	147
10.2.3 200-OIT-103-Misuratore di ossigeno	147
10.2.4 200-NH4IT-101/102 - Misuratore azoto ammoniacale.....	148
10.2.5 200-CIT-101/102 - Sensore di torbidità/SST	149
10.2.6 200-CD-101/102 - Centralina di acquisizione e trasmissione dati	150
10.2.7 200-PIT-101/102/103– Misura di pressione a sensore piezoresistivo	150
10.2.8 300-FIT-101-Misuratore di portata elettromagnetico	151
10.2.9 300-FIT-103-Misuratore di portata elettromagnetico	151
10.2.10 300-FIT-104-Misuratore di portata elettromagnetico.....	152
10.2.11 400-PAA-101- Sonda PAA.....	152
10.2.12 400-PIT-101-A/B– Misura di pressione a sensore piezoresistivo.....	153
10.2.13 400-CD-101- Centralina di acquisizione dati	153
10.2.14 400-LIT-101 – Misuratore di livello ad ultrasuoni completo di terminale di conversione livello/portata.....	154
10.3 Organi di regolazione.....	155
10.3.1 100-SGe-101– Paratoia in canale ad azionamento motorizzato modulante.....	155
10.3.2 100-SGm-101 – Paratoia in canale ad azionamento manuale	156
10.3.3 100-SGm-103/104/105/106/107/108 – Paratoia in canale ad azionamento manuale	157

10.3.4 100-SGeo-109 – Paratoia in canale ad azionamento motorizzato ON/OFF.....	158
10.3.5 100-SGm-110 – Paratoia su tubazione in parete ad azionamento manuale	159
10.3.6 100-SGm-111 – Paratoia su luce a stramazzo ad azionamento manuale.....	159
10.3.7 400-VGe-101 – Elettrovalvola a ghigliottina ON/OFF.....	160
10.3.8 400-VGe-102 – Elettrovalvola a ghigliottina ON/OFF.....	160
10.3.9 400-SGm-101 – Paratoia manuale su luce in parete	161
10.3.10 400-SGm-102 – Paratoia su tubazione in parete ad azionamento manuale	162
10.4 Elenco equipaggiamenti	162
10.4.1 100-PK-101 – Rete di diffusori a bolle grosse	162
10.4.2 200-PK-103 – Rete di diffusori a bolle fini	163
10.5 Controllore di processo avanzato tipo OSCAR®.....	165

1 MOVIMENTI TERRA: SCAVI

1.1 GENERALITÀ

Le tipologie di scavo sono individuate nel seguito.

Scavo di sbancamento: per scavo di sbancamento si intende quello occorrente per lo spianamento del terreno su cui dovranno sorgere manufatti, per la regolarizzazione dei versanti in frana, per l'asportazione di materiali in alveo ed in generale qualsiasi scavo a sezione aperta in vasta superficie che permetta l'impiego di normali mezzi meccanici od ove sia possibile l'allontanamento delle materie di scavo, sia pure con la formazione di rampe provvisorie, che saranno eseguite a carico dell'Appaltatore. Saranno pertanto considerati scavi di sbancamento anche quelli che si trovino al di sotto del piano di campagna quando gli scavi stessi rivestano i caratteri sopra accennati, come ad esempio la realizzazione di ampi piani di fondazione di manufatti idraulici, o del cassonetto per il piano di posa dei rilevati arginali o stradali. Lo scavo andrà eseguito anche in presenza di acqua sorgiva e i materiali scavati, se non diversamente indicato dalla Direzione Lavori, andranno trasportati a discarica o accumulati in aree indicate dalla Direzione Lavori, o direttamente caricati su mezzi di trasporto per il successivo riutilizzo. In quest'ultimo caso, sarà onere dell'Appaltatore provvedere a rendere il terreno scevro da qualunque materiale vegetale o in genere estraneo per l'utilizzo previsto.

Scavi di fondazione: si definisce scavo di fondazione lo scavo a sezione obbligata, secondo i tipi di progetto, effettuato sotto il piano di sbancamento o sotto il fondo alveo, disposto per accogliere gli elementi di fondazione di strutture e le berme delle difese spondali in massi.

Terminata l'esecuzione dell'opera di fondazione, lo scavo che resterà vuoto dovrà essere diligentemente riempito e costipato, a cura e spese dell'Appaltatore, con le stesse materie scavate, sino al piano del terreno naturale primitivo.

1.2 MODALITÀ ESECUTIVE

L'Appaltatore eseguirà tutti gli scavi necessari alla realizzazione delle opere, sia a mano che a macchina, qualunque sia il tipo di materiale incontrato, tanto all'asciutto che in presenza d'acqua. Gli scavi saranno eseguiti in larghezza, lunghezza e profondità secondo quanto indicato nei disegni esecutivi o richiesto dalla Direzione Lavori. Eventuali scavi eseguiti dall'Appaltatore per comodità di lavoro od altri motivi, senza autorizzazione scritta della Direzione Lavori, non saranno contabilizzati agli effetti del pagamento. All'inizio dei lavori, l'Appaltatore dovrà provvedere, ove necessario, alla rimozione della vegetazione e degli apparati radicali ed al loro trasporto a rifiuto.

Gli scavi dovranno essere condotti in modo da non sconnettere e danneggiare il materiale d'imposta. L'Appaltatore prenderà inoltre tutte le precauzioni necessarie per evitare gli smottamenti delle pareti dello scavo, soprattutto in conseguenza di eventi meteorologici avversi e metterà in atto tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni alle persone ed alle opere e sarà obbligata a provvedere a suo carico alla rimozione delle eventuali materie franate. In ogni caso l'Appaltatore sarà l'unica responsabile per i danni alle persone ed alle opere che possono derivare da cedimenti delle pareti di scavo.

La manutenzione degli scavi, lo sgombrò dei materiali eventualmente e per qualsiasi causa caduti entro gli scavi stessi sarà a totale carico dell'Appaltatore indipendentemente dal tempo che trascorrerà fra l'apertura degli scavi ed il loro rinterro, che potrà essere effettuato solo dopo l'autorizzazione della Direzione Lavori e con le modalità da questa eventualmente prescritte in aggiunta od in variante a quanto indicato in queste specifiche. Le materie provenienti dagli scavi, ritenute inutilizzabili dalla Direzione Lavori, dovranno essere portate a rifiuto; tali materie non dovranno in ogni caso riuscire di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero sfogo e corso delle acque. Contravvenendo a queste disposizioni, l'Appaltatore dovrà a sue spese rimuovere e asportare le materie in questione. Durante l'esecuzione dei lavori i mezzi impiegati per gli esaurimenti di acqua saranno tali da tenere a secco gli scavi. Se l'Appaltatore non potesse far defluire l'acqua naturale, la Direzione Lavori avrà la facoltà di ordinare, se lo riterrà opportuno, l'esecuzione degli scavi subacquei.

1.3 ESAURIMENTO ACQUE DAGLI SCAVI

L'esaurimento delle acque dagli scavi potrà essere effettuato con pompe di aggettamento, complete dei necessari collegamenti per lo smaltimento delle portate al recapito, fino a quando la profondità dello scavo sarà tale da consentirne l'utilizzo.

Quando gli scavi hanno una profondità tale da interessare in modo consistente la falda, dovrà essere realizzato un impianto di drenaggio tipo wellpoint, in grado di abbattere il livello della falda. L'impianto wellpoint dovrà essere costituito da una serie di micro pozzi generalmente di diametro di 1"1/2 o 2" e di lunghezza adeguata alle specifiche esigenze, connessi ad una pompa centrifuga autoadescante mediante una serie di collettori, raccordi e giunti di collegamento.

Ogni singolo wellpoint sarà composto da una tubazione chiusa, alla cui estremità inferiore sarà posizionato un filtro attraverso il quale avviene l'emungimento dell'acqua dal terreno. La lunghezza e le caratteristiche costruttive dei filtri sono strettamente legate al tipo di terreno nel quale si effettua il pompaggio. Il collettore di aspirazione ha generalmente un diametro di 150 mm; i manicotti flessibili di collegamento di 50 mm. Questi ultimi saranno dotati di spirale in acciaio incorporata, in grado di mantenere la piena sezione del tubo flessibile quando il sistema è in depressione. Per quanto concerne i materiali costruttivi, il collettore sarà realizzato con tubi di

acciaio zincato e raccordi rapidi sferici di collegamento, mentre le tubazioni flessibili possono essere di PVC o di gomma-tela.

La pompa asservita all'impianto (elettropompa o motopompa) deve essere del tipo centrifugo autoadescante, con pompa del vuoto in grado di evacuare, in funzione del modello, una portata d'aria compresa tra 90 e 150 m³/h. La presenza del depressore sulle pompe per impianti wellpoint garantisce sia un rapido innesco, sia la possibilità di pompare, con flusso continuo, acqua contenente forti percentuali d'aria. Gli eventuali ingressi d'aria all'interno delle tubazioni possono provenire dai punti di raccordo tra collettori, dai manicotti o tubazioni flessibili di collegamento, dai filtri degli stessi wellpoint.

Impiegando pompe con depressore, la miscela aria-acqua, prima di raggiungere la girante della pompa, attraversa una vasca (separatore) di grande sezione, rallentando bruscamente la sua velocità di flusso. Per effetto di ciò l'aria, emulsionata con l'acqua, per differenza di peso, tende a portarsi verso l'alto dove viene aspirata dal depressore. L'acqua sale quindi nel serbatoio di separazione fino a raggiungere un livello di bilanciamento. Ottenuto ciò, la pompa si trova a pompare quasi esclusivamente acqua, dal momento che tale livello si trova sopra l'asse della girante.

Le modalità di installazione dei wellpoint sono legate alle specifiche condizioni stratigrafiche e proprietà granulometriche dei terreni oggetto degli interventi di drenaggio. In terreni sabbiosi l'infissione dei wellpoint viene eseguita con l'impiego di una motopompa centrifuga autoadescante che, attraverso delle manichette flessibili di diametro 50 mm, invia acqua in pressione verso il wellpoint posizionato per l'infissione. L'acqua attraversa il tubo di sollevamento e fuoriesce dal filtro del wellpoint sia lateralmente che frontalmente, con l'apertura di una valvola a sfera. Tale getto d'acqua in pressione produce la rimozione e la parziale asportazione in superficie del terreno attraversato, il che favorisce la penetrazione del wellpoint nel terreno per collocare il filtro alla profondità richiesta. Si tratta in sostanza di una perforazione manuale a circolazione diretta d'acqua e a distruzione di nucleo. Quando il wellpoint viene messo in depressione la valvola collocata nel puntale del filtro si chiude favorendo l'ingresso dell'acqua dalle sole pareti laterali del filtro stesso.

Quando si opera in presenza di terreni a granulometria fine o con stratificazioni argillose, l'infissione dei wellpoint è preceduta dalla realizzazione di un dreno verticale di sabbia (prefiltro) di diametro 20 cm, all'interno del quale viene posato il wellpoint. La realizzazione di questo dreno verticale ha il duplice scopo di impedire l'ostruzione dei filtri dei wellpoint ad opera delle particelle limose presenti nel terreno, in grado di aderire alla superficie filtrante del wellpoint stesso durante la fase di pompaggio e di costituire una via preferenziale ad alta conducibilità idraulica, in grado di mettere in comunicazione strati di terreno a diversa conducibilità idraulica.

Nei terreni sabbioso-ghiaiosi, l'infissione dei micropozzi può avvenire mediante infissione tradizionale a getto d'acqua in pressione (solo se la componente sabbiosa è prevalente), o mediante posa con perforazione idraulica preliminare (se la componente ghiaiosa è prevalente).

2 DEMOLIZIONE E RIMOZIONE DI STRUTTURE MURARIE E METALLICHE

2.1 GENERALITÀ

L'Appaltatore è obbligato ad accertare, sempre con la massima cura, lo stato di conservazione e le tecniche costruttive della struttura e di ogni suo elemento che dovrà demolire. Questo al fine di poterne definire esattamente la natura, sia nel suo complesso che nei particolari. L'Appaltatore potrà intraprendere le demolizioni in ottemperanza alle norme di cui all'articolo da 71 a 76 del D.P.R. gennaio 1956 n. 164 con mezzi che crederà più opportuni previa approvazione della Direzione Lavori. In ogni caso l'Appaltatore esonera nel modo più ampio ed esplicito da ogni responsabilità civile e penale, conseguente e dipendente dall'esecuzione dei lavori di demolizione sia l'Amministrazione Appaltante che i suoi Organi di direzione, assistenza e sorveglianza. Per quanto riguarda il personale e gli attrezzi l'Appaltatore dovrà osservare le seguenti prescrizioni:

1. il personale addetto alle opere di demolizione dovrà avere preparazione e pratica specifiche, sia per l'esecuzione materiale dei lavori, che per la individuazione immediata di condizioni di pericolo;
2. l'attività del personale impiegato dovrà essere sottoposta all'autorità di un dirigente; ogni gruppo di dieci persone dovrà essere guidato e sorvegliato da un caposquadra;
3. i materiali ed ogni altro attrezzo che agisca per urto non dovranno essere impiegati qualora la stabilità delle strutture non lo consentisse;
4. si preferiranno mezzi di demolizione a percussione montati su bracci di escavatori o gru semoventi.

2.2 MODALITÀ ESECUTIVE

La zona interessata dai lavori dovrà essere delimitata con particolare cura; in corrispondenza dei passaggi dovranno essere collocate opportune opere per proteggere i passaggi stessi. Prima dell'inizio delle demolizioni dovranno essere interrotte le erogazioni agli impianti di elettricità, acqua, gas, ecc. esistenti nella zona dei lavori: a tal fine l'Appaltatore dovrà prendere direttamente accordi con la D.L. e il Conduttore dell'impianto. È vietato nel modo più assoluto gettare il materiale dall'alto a meno che non venga convogliato in appositi canali.

L'imboccatura superiore di detti canali dovrà essere tale che non vi possano cadere accidentalmente delle persone; ogni tronco di canale dovrà essere imboccato in quello successivo e gli eventuali raccordi dovranno essere adeguatamente rinforzati; l'ultimo tratto dovrà essere inclinato così da limitare la velocità di uscita dei materiali. Tutti gli altri materiali di risulta per i quali non possa servire il canale andranno calati a terra con mezzi idonei e con particolare cura.

L'Appaltatore è tenuto a recuperare i materiali ferrosi e non, che interessano l'opera da demolire, escluso il ferro di rinforzo, quando richiesto dalla Direzione Lavori. Il materiale di risulta delle demolizioni, se inutilizzabile, dovrà essere trasportato a discarica, se destinato a riempimento dovrà essere trasportato in aree indicate dalla Direzione Lavori nell'ambito del cantiere. Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, tutto quanto indebitamente demolito dovrà essere ricostruito e rimesso in ripristino dall'Appaltatore, a sua cura e spese, senza alcun compenso.

3 CALCESTRUZZO

3.1 NORMATIVA RIFERIMENTO

Le principali leggi e regolamenti utilizzati per la progettazione strutturale sono qui nel seguito riportate:

- L. 05/11/1971, n° 1086 – “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”;
- D.M. Infrastrutture e Trasporti del 14 gennaio 2008 - “Norme Tecniche per le costruzioni”;
- Circolare 2 febbraio 2009, n.617: Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008;
- D.M. Infrastrutture e Trasporti del 17 gennaio 2018 - “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni”;
- Circolare 21 gennaio 2019, n.7 C.S.LL.PP.: “Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”;
- UNI EN 1992-1-1:2015 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- UNI EN 1992-3:2006 Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1.1: Strutture di contenimento liquidi;
- UNI EN 1993-1-1:2014 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- UNI EN 1993-1-8:2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti;
- UNI EN 1998-4:2006 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 4: Silos, serbatoi e condotte;
- UNI EN 206:2014 - Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità;
- UNI 11104:2016 - Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206;
- UNI EN 197-1:2011 - Cemento - Parte 1: Composizione, specifiche e criteri di conformità per cementi comuni;
- UNI 6156:2015 - Cementi resistenti ai solfati - Classificazione e composizione;
- Istruzioni C.N.R. 10024/86: “Analisi di strutture mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo”.

3.2 GENERALITÀ

Il presente capitolo tratta le prescrizioni relative alla confezione, alla messa in opera ed alle prove del calcestruzzo semplice ed armato sia per lavori all'aperto che interrati in conformità ai disegni di progetto ed alle Norme vigenti. In particolare, l'Impresa dovrà, per l'esecuzione delle opere in

calcestruzzo, attenersi all'Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni», emanate dal Ministero dei LL.PP. con D.M. 17/01/2018. La composizione della miscela del calcestruzzo sarà basata sui risultati di prove di laboratorio eseguite a cura dell'Impresa e sotto la sua responsabilità. L'Impresa è tenuta a sottoporre preventivamente all'approvazione della Direzione Lavori la composizione degli impasti ed a concordare con essa durante il lavoro le eventuali variazioni necessarie che, comunque, non potranno costituire motivo per l'Impresa di richiesta di sovrapprezzo.

3.3 MATERIALI

Tutti i materiali e i prodotti per uso strutturale devono essere:

- Identificati, univocamente a cura del produttore;
- Qualificati sotto la responsabilità del produttore;
- Accettati dal Direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione e attraverso prove sperimentali di accettazione come prescritto nel DM 17/01/2018.

Ogni prodotto fabbricato al fine di essere incorporato in modo permanente nelle opere di ingegneria civile si definisce materiale da costruzione e viene denominato prodotto.

I prodotti metallici possono essere immessi sul mercato solo se dotati di caratteristiche tali da rendere le opere su cui sono installati conformi ai loro requisiti essenziali di resistenza, stabilità e di sicurezza.

3.4 CEMENTO

I cementi potranno essere normali, ad alta resistenza, ad alta resistenza e rapido indurimento. Nella confezione dei conglomerati sono ammessi soltanto il cemento pozzolanico ed il cemento altoforno; quest'ultimo dovrà contenere non meno del 40% di loppa d'altoforno e la cementeria dovrà garantire tale composizione specificandone il metodo di misura. L'impiego del cemento portland potrà essere ammesso, limitatamente alla confezione dei conglomerati dei tipi II e III, a condizione che il rapporto acqua cemento sia inferiore dello 0,05 rispetto a quello prescritto per i cementi pozzolanico e di altoforno e che la resistenza effettiva del conglomerato risulti superiore di almeno 5 MPa rispetto a quella della classe indicata in progetto o prescritta dalla Direzione Lavori, in base alla quale sono applicati i prezzi di elenco. L'Impresa dovrà approvvigionare il cemento presso cementerie che diano garanzie di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura. La qualità del cemento dovrà essere garantita e controllata dall'Istituto ICETE CNR e dal relativo marchio. A cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, dovranno essere controllate presso un Laboratorio Ufficiale le resistenze meccaniche ed i requisiti chimici e fisici del cemento secondo le Norme di cui alla Legge 26/05/1965 n° 595, DM 17/01/2018 e D.M. 3/06/1968 (per cementi sfusi

prelievo di un campione ogni t 250 o frazione). Copia di tutti i certificati di prova sarà custodita dalla Direzione Lavori e dall'Impresa. È facoltà della Direzione Lavori richiedere la ripetizione delle prove su una stessa partita qualora sorgesse il dubbio di un degradamento delle caratteristiche del cemento, dovuto ad una causa qualsiasi. Il dosaggio di cemento dovrà essere fatto a peso. È vietato l'uso di cementi diversi per l'esecuzione di ogni singola opera o elemento costruttivo; ciascun silo del cantiere o della centrale di betonaggio sarà destinato a contenere cemento di un unico tipo, unica classe ed unica provenienza, ed a tale scopo chiaramente identificato. È ammesso l'impiego di cementi speciali rispondenti ai requisiti suddetti ed alle prescrizioni delle presenti Norme, atti al confezionamento di conglomerati cementizi fluidi e superfluidi a basso rapporto a/c senza additivazione in fase di betonaggio. La conservazione del cemento sciolto avverrà in appositi sili. Il cemento in sacchi sarà custodito in luogo coperto, secco e ventilato; in ogni caso il cemento non potrà restare in deposito più di 90 giorni. Ogni 4 mesi si effettuerà lo svuotamento e la pulizia dei sili o dei depositi.

3.5 AGGREGATI

Per tutti i tipi di conglomerato cementizio dovranno essere impiegati esclusivamente gli aggregati della categoria A di cui alla Norma UNI 8520 parte 2^a aventi caratteristiche nei limiti di accettazione della Norma medesima. Dovranno essere costituiti da elementi non gelivi privi di parti friabili e polverulente o scistose, argilla e sostanze organiche; non dovranno contenere i minerali pericolosi: pirite, marcasite, pirrotina, gesso e solfati solubili (per questi ultimi si veda la tabella 15/A). A cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI 8520 parte 4) presso un Laboratorio Ufficiale, l'assenza dei minerali indesiderati suddetti e di forme di silice reattiva verso gli alcali del cemento (opale, calcedonio, tridimite, cristobalite, quarzo cristallino in stato di alterazione o tensione, selce, vetri vulcanici, ossidiane), per ciascuna delle cave di provenienza dei materiali. Copia della relativa documentazione dovrà essere custodita dalla Direzione Lavori e dall'Impresa. Tale esame verrà ripetuto con la frequenza indicata nella tabella 15/A e comunque almeno una volta all'anno. Per poter essere impiegati, gli aggregati devono risultare esenti da minerali pericolosi e da forme di silice reattiva. Ove fosse presente silice reattiva si procederà all'esecuzione delle prove della Norma UNI 8520 parte 22, punto 3, con la successione e l'interpretazione ivi descritte.

TABELLA 15/A Caratteristiche degli Aggregati

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	TOLLERANZA DI ACCETTABILITA'
Gelività degli aggregati	Gelività	CNR 80 e UNI 8520 parte 20	perdita di massa <4% dopo 20 cicli
Resistenza alla abrasione	Los Angeles	CNR 34 e UNI 8520 parte 19	perdita di massa LA 30%
Compattezza degli aggregati	Degradabilità alle soluzioni solfatiche	UNI 8520 parte 10	perdita di massa dopo 5 cicli 10%
Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica degli inerti	UNI 8520 parte 11	SO ₃ 0,05%
Presenza di argille	Equivalente in sabbia	UNI 8520 parte 15	ES 80 VB 0,6 cm ³ /g di fini
Presenza di pirite, marcasite e pirrotina	Analisi petrografica	UNI 8520 parte 4	assenti
Presenza di sostanze organiche	Determinazione colorimetrica	UNI 8520 parte 14	Per aggregato fine: colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento
Presenza di forme di silice reattiva	Potenziale reattività dell'aggregato metodo chimico Potenziale reattività delle miscele cemento aggregati -metodo del prisma di malta	UNI 8520 parte 22	UNI 8520 parte 22 Punto 4 UNI 8520 parte 22 Punto 5
Presenza di cloruri solubili	Analisi chimica	UNI 8520 parte 12	Cl 0,05%
Coefficiente di forma e di appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma e di appiattimento	UNI 8520 parte 18	Cf 0,15 (Dmax= 32 mm) Cf 0,12 (Dmax= 64 mm)
Frequenza delle prove	La frequenza sarà definita dal progettista e/o prescritta dalla Direzione Lavori. Comunque dovranno essere eseguite prove: prima dell'autorizzazione all'impiego; per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava; ogni m ³ 8000 di aggregati impiegati		

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

0,12 (per un D max fino a 64 mm). Controlli in tal senso sono richiesti con frequenza di una prova ogni m3 5000 impiegati.

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

La curva granulometrica dovrà risultare costantemente compresa nel fuso granulometrico approvato dalla Direzione dei Lavori e dovrà essere verificata ogni m3 1000 di aggregati impiegati. Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla granulometria della sabbia, al fine di ridurre al minimo il fenomeno dell'essudazione (bleeding) nel conglomerato cementizio.

All'impianto di betonaggio gli aggregati dovranno essere suddivisi in almeno 3 pezzature; la più fine non dovrà contenere più del 15% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadrata da mm 5 di lato. Le singole pezzature non dovranno contenere sottoclassi in misura superiore al 15% e sovraclassi in misura superiore al 10% della pezzatura stessa. La dimensione massima (Dmax) dell'aggregato dovrà essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto; dovrà pertanto risultare:

- minore di 0,25 volte la dimensione minima delle strutture;
- minore della spaziatura minima tra le barre di armatura, diminuita di mm 5;
- 1.3 volte minore dello spessore del copriferro.

Gli inerti saranno classificabili in base alla tabella seguente.

DIAMETRO mm	NATURALI	DA FRANTUMAZIONE
0,08-5,0	Sabbia alluvionale	Sabbia di frantoio
5-10	Ghiaino	Graniglia
10-25	Ghiaietto	Pietrischetto
25-76	Ghiaia	Pietrisco
>76	Ghiaione	Pietrame

Gli inerti devono essere conformi a quanto prescritto dal D.M. 1 Aprile 1983 Allegato 1, par.2 e successive modificazioni.

Le miscele di inerti fini e grossi, mescolati in percentuale adeguata, devono dar luogo a una composizione granulometrica costante, che permetta di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, aria inglobata, ecc.) che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, flauge, ecc.). La curva granulometrica dovrà essere tale da ottenere la massima compattezza del calcestruzzo con il minimo dosaggio di cemento, compatibilmente con gli altri requisiti richiesti. In ogni caso per i calcestruzzi di tutte le classi previste l'Appaltatore dovrà presentare all'approvazione della Direzione Lavori, in tempo utile prima dell'inizio dei getti, quanto segue: a) i campioni dei materiali che intende impiegare, indicando la qualità, il tipo e la provenienza dei medesimi, e dimostrando che i materiali proposti sono ottenibili

in quantità sufficiente a coprire largamente il fabbisogno prevedibile; b) lo studio granulometrico dei vari componenti per ogni tipo di calcestruzzo, comprendendo le prove a compressione su cubetti, le resistenze dei quali dovranno risultare determinate sia a 7 giorni di stagionatura, che 28 giorni. Il numero delle prove preliminari non sarà inferiore a 30 per ciascuna delle classi superiori a Rck 150. Dovrà inoltre essere dimostrato che i calcestruzzi proposti sono, in relazione alle condizioni di impiego, lavorabili in ogni punto e compattabili in una massa omogenea ed isotropa; per tali fini la D.L. potrà prescrivere che, oltre alla determinazione del rapporto acqua/cemento, vengano effettuate prove di lavorabilità con metodi scelti dalla stessa Direzione Lavori. Durante i lavori debbono eseguirsi frequenti controlli della granulometria degli inerti, mentre la resistenza del conglomerato deve essere comprovata da frequenti prove a compressione su cubetti prima e durante i getti impianto di betonaggio.

Le prove di resistenza a compressione ed eventuali altre prove che fossero richieste dalla D.L. per i calcestruzzi dovranno essere eseguite secondo quanto prescritto dalle norme tecniche per le costruzioni dal D.M. 17/01/2018.

I volumi, sia parziali che totali, del miscuglio degli inerti, così come le loro caratteristiche, potranno essere variati, in base ai risultati delle prove granulometriche, alla qualità di materiali, alla destinazione dei getti, a giudizio della D.L., senza che ciò dia diritto all'Appaltatore a compensi od a prezzi diversi da quelli contrattuali. Particolare cura sarà dedicata in corso di lavorazione al controllo della quantità di acqua di impasto con la prova del cono; in caso di eccesso di acqua rispetto alle quantità stabilite dai provini o in difetto alle quantità massime consentite come in appresso, l'Appaltatore dovrà provvedere a propria cura e spese ad aumentare in corrispondenza il dosaggio del cemento per ristabilire il rapporto acqua-cemento, ove ciò, a parere della D.L., non costituisca pregiudizio per l'opera. L'impasto dovrà risultare di consistenza omogenea ed uniformemente coesivo. L'eventuale uso di additivi, di qualsiasi genere, sarà soggetto all'approvazione della Direzione Lavori. La D.L. potrà ordinare prove particolari per verificare la resistenza del calcestruzzo all'azione dell'acqua aggressiva. Tali prove restano a totale carico dell'Appaltatore. Il calcestruzzo così confezionato verrà pagato con il prezzo di elenco corrispondente alla classe di appartenenza, intendendosi che ogni onere per l'impiego di cemento speciale e per l'aggiunta di additivi è compensato dal prezzo stesso. Si precisa che l'autorizzazione a dare inizio ai getti o la mancanza di eccezioni da parte della Direzione Lavori non diminuisce in alcun modo le responsabilità contrattuali dello Appaltatore circa la riuscita dei getti sino all'accettazione definitiva e ferme restando, in ogni caso, le responsabilità dell'Appaltatore stesso, ai sensi e per gli effetti degli artt. 1667 e 1669 del Codice Civile.

3.6 ACQUA DI IMPASTO

Sono ammesse come acqua di impasto per i conglomerati cementizi l'acqua potabile e le acque naturali rispondenti ai requisiti di seguito riportati. Sono escluse le acque provenienti da scarichi (industriali ecc.). L'acqua di impasto dovrà avere un contenuto in sali disciolti inferiore a 1 g/l. In merito al contenuto di ione cloruro nell'acqua per i manufatti in cemento armato normale o precompresso, si dovrà tener conto dei limiti previsti dalla Norma UNI 8981 parte 5 per il contenuto totale di tale ione. La quantità di materiale inorganico in sospensione dovrà essere inferiore a 2 g/l; la quantità di sostanze organiche (COD) inferiore a 0,1 g/l. L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto dell'acqua contenuta negli aggregati (si faccia riferimento alla condizione "satura e superficie asciutta" della Norma UNI 8520 parte 5).

3.7 ADDITIVI

Allo scopo di modificare le proprietà del calcestruzzo in modo tale da migliorare e rendere più facile ed economica la sua posa in opera, rendere le sue prestazioni più adatte all'opera da eseguire, migliorare la sua durabilità, verrà fatto uso di adatti additivi. L'Impresa dovrà impiegare additivi garantiti dai produttori per qualità e costanza di effetto e di concentrazione; le loro caratteristiche dovranno essere verificate preliminarmente in sede di qualifica dei conglomerati cementizi. Gli additivi da impiegarsi nei calcestruzzi potranno essere: fluidificanti, acceleranti di presa; ritardanti di presa; super fluidificanti/impermeabilizzanti. Gli additivi dovranno essere usati dietro esplicita disposizione della Direzione Lavori, seguendo le istruzioni della casa produttrice per quanto riguarda dosature e modalità d'impiego. Gli additivi dovranno essere conformi alle specifiche UNI o ad altre specifiche applicabili. Il produttore di additivi deve esibire:

- Risultati provenienti da una ampia sperimentazione pratica sul tipo e la dose dell'additivo da usarsi;
- Prove di Laboratorio Ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle vigenti disposizioni.

Il produttore dovrà inoltre garantire la qualità e la costanza di caratteristiche dei prodotti finiti. Il produttore di additivi dovrà mettere a disposizione, su richiesta, propri tecnici qualificati e specializzati nell'impiego degli additivi, per la risoluzione dei vari problemi tecnici connessi all'impiego degli stessi, in relazione alla migliore esecuzione delle opere. Gli additivi dovranno rispondere alle Norme UNI 7101, 7102, 7103, 7104, 7105, 7106, 7107, 7108, 7109, 7120 e 8145. Nel caso di uso contemporaneo di più additivi l'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori la prova della loro compatibilità.

Per il dosaggio, gli additivi in polvere saranno dosati in peso; quelli plastici o liquidi potranno essere dosati in peso od in volume con un limite di tolleranza del 3% sul peso effettivo. Sono esclusi gli additivi contenenti cloruri.

3.7.1 Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti

Allo scopo di realizzare conglomerati cementizi impermeabili e durevoli a basso rapporto a/c ed elevata lavorabilità (v. tabella 15/C tipi I e II) si farà costantemente uso di additivi fluidificanti e superfluidificanti del tipo approvato dalla Direzione Lavori. A seconda delle condizioni ambientali e dei tempi di trasporto e lavorazione, potranno essere impiegati anche additivi del tipo ad azione mista fluidificante -aerante, fluidificante -ritardante e fluidificante accelerante. Gli additivi non dovranno contenere cloruri in quantità superiore a quella ammessa per l'acqua d'impasto; il loro dosaggio dovrà essere definito in fase di qualifica dei conglomerati cementizi sulla base delle indicazioni del fornitore. Per i conglomerati cementizi che debbono avere particolari requisiti di resistenza e durabilità dovranno essere impiegati additivi iperfluidificanti (caratterizzati da una riduzione d'acqua di almeno il 30%). In alternativa all'uso di additivi è ammesso l'uso di cementi atti a fornire conglomerati cementizi fluidi o superfluidi a basso rapporto acqua-cemento senza additivazione. L'impasto di calcestruzzo così ottenuto avrà le seguenti caratteristiche:

- A parità di rapporto a/c dovrà produrre un aumento di slump di 18 -20 cm. Questa caratteristica verrà determinata secondo il metodo UNI 7163-72, appendice E, partendo da un calcestruzzo avente slump iniziale di 2 -3 cm;
- Per valori di slump da 20 a 25 cm dovrà presentare un bleeding (quantità di acqua essudata, UNI 7122-72) inferiore a 0,05 cm³/cm²;
- Il valore dello slump dopo un'ora di trasporto in autobetoniera, non dovrà ridursi più del 50% (a temperatura ambiente di circa 20 °C).

3.7.2 Additivi aeranti

Per conglomerati cementizi soggetti durante l'esercizio a cicli di gelo-disgelo, si farà costantemente uso di additivi aeranti. La percentuale di aria inglobata varierà secondo quanto riportato nella tabella 15/B, in rapporto alla dimensione massima degli aggregati (Dmax) e sarà misurata sul conglomerato cementizio fresco prelevato all'atto della posa in opera secondo la relativa Norma UNI 6395. L'Impresa dovrà adottare le opportune cautele affinché per effetto dei procedimenti di posa in opera e compattazione attuati, non si abbia una riduzione del tenore d'aria effettivamente inglobata al di sotto dei limiti della tabella successivamente riportata. Gli aeranti dovranno essere conformi a quanto indicato nella norma ASTM C 260; dovranno essere aggiunti al conglomerato cementizio nella betoniera in soluzione con l'acqua d'impasto con un sistema meccanico che consenta di aggiungere l'additivo con una tolleranza sulla quantità prescritta non superiore al 5% ed inoltre che assicuri la sua uniforme distribuzione nella massa del conglomerato cementizio durante il periodo di miscelazione. Su richiesta della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà inoltre esibire

prove di Laboratorio Ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle Norme UNI vigenti; dovrà comunque essere garantita la qualità e la costanza di caratteristiche dei prodotti da impiegare.

TABELLA 15/B Dosaggio richiesto di aria inglobata

D MAX AGGREGATI (mm)	% ARIA OCCLUSA (*)
10,0	7,0
12,5	6,5
20,0	6,0
25,0	5,0
40,0	4,5
50,0	4,0
75,0	3,5

(*) Tolleranza 1%

Il contenuto d'aria inglobata nel conglomerato cementizio indurito potrà essere verificato con il procedimento descritto nello Standard ASTM C 457 o con procedimento simile. In alternativa all'uso di additivi aeranti è consentito l'impiego di microsfere di plastica di diametro compreso tra mm 0,010 e mm 0,050. L'Impresa dovrà preventivamente fornire in proposito un'adeguata documentazione, basata sull'esecuzione di cigli gelo-disgelo secondo la Normativa UNI.

3.7.3 Additivi ritardanti e acceleranti

Gli additivi ritardanti riducono la velocità iniziale delle reazioni tra il legante e l'acqua aumentando il tempo necessario ai conglomerati cementizi per passare dallo stato plastico a quello rigido, senza influenzare lo sviluppo successivo delle resistenze meccaniche. Per l'esecuzione dei getti di grandi dimensioni, per getti in climi caldi, per lunghi trasporti, per calcestruzzo pompato e in genere nelle situazioni in cui è richiesta una lunga durata della lavorabilità, si farà impiego di ritardanti di presa. L'impasto di calcestruzzo così ottenuto avrà le seguenti caratteristiche:

- A parità di rapporto a/c dovrà produrre un aumento di slump di 18 -20 cm. Questa caratteristica verrà determinata secondo il metodo UNI 7163-72, appendice E, partendo da un calcestruzzo avente slump iniziale di 2 -3 cm;
- Per valori di slump da 20 a 25 cm dovrà presentare un bleeding (quantità di acqua essudata, UNI 7122-72) inferiore a 0,05 cm³/cm²;
- Il valore dello slump dopo un'ora di trasporto in autobetoniera a
- Temperatura ambiente non dovrà ridursi di più di 2 cm.

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

Per l'esecuzione di getti nella stagione fredda, e nella prefabbricazione, o in tutte le situazioni in cui è richiesto uno sviluppo di resistenza molto elevato specialmente alle brevi stagionature, si farà impiego di additivi acceleranti di presa. L'impasto di calcestruzzo così ottenuto avrà le seguenti caratteristiche:

- A parità di rapporto a/c dovrà produrre un aumento di slump di 18 -20 cm. Questa caratteristica verrà determinata secondo il metodo UNI 7163-72, appendice E, partendo da un calcestruzzo avente slump iniziale di 2 -3 cm;
- Per valori di slump da 20 a 25 cm dovrà presentare un bleeding (quantità di acqua essudata, UNI 7122-72) inferiore a $0,05 \text{ cm}^3/\text{cm}^2$;

I tipi ed i dosaggi impiegati dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

3.7.4 Additivi antigelo

Gli additivi antigelo abbassano il punto di congelamento dell'acqua d'impasto ed accelerano alle basse temperature i processi di presa e indurimento dei conglomerati cementizi. Dovranno essere impiegati soltanto su disposizione della Direzione Lavori, che dovrà approvarne preventivamente tipo e dosaggio.

3.7.5 Silice ad alta superficie specifica (Silicafume)

Quando previsto in progetto o prescritto dalla Direzione Lavori potranno essere impiegati additivi in polvere costituiti essenzialmente da superfluidificanti su un supporto di silice amorfa ed elevatissima superficie specifica (silicafume). Ciò per ottenere conglomerati cementizi ad elevata lavorabilità, resistenza e durabilità, in particolare in presenza di gelo e disgelo e di sali disgelanti. La quantità di silicafume aggiunta all'impasto, dell'ordine del 5-10% sul peso del cemento, dovrà essere definita d'intesa con il progettista e la Direzione Lavori in sede di qualifica preliminare del conglomerato cementizio, previa verifica mediante immersione di provini in soluzione al 30% di CaCl_2 a 278 K per venti giorni senza che sui provini stessi si manifesti formazione di fessure o scaglie.

3.7.6 Impermeabilizzanti

Il calcestruzzo, destinato a strutture che in relazione alle condizioni di esercizio debbano risultare impermeabili, dovrà:

- Presentare a 7 giorni un coefficiente di permeabilità inferiore a 10^{-9} cm/s e dell'ordine di 10^{-12} cm/s a tempo infinito;
- Risultare di elevata lavorabilità, così da ottenere getti compatti e privi di porosità microscopica;
- Presentare un bleeding estremamente modesto in modo da evitare la presenza di strati di calcestruzzo arricchiti d'acqua e pertanto porosi e permeabili.

I requisiti di cui al punto precedente verranno ottenuti impiegando dei calcestruzzi caratterizzati da elevata lavorabilità (slump 20 cm), bleeding bassissimo, ottime resistenze meccaniche, elevata

durevolezza e basso ritiro, ottenuti aggiungendo ad un normale impasto di cemento un superfluidificante tale da conferire caratteristiche reoplastiche al calcestruzzo, con almeno 20 cm di slump (in termini di cono di Abrams), scorrevole ma al tempo stesso non segregabile ed avente lo stesso rapporto a/c di un calcestruzzo senza slump (2 cm) non additivato iniziale (caratteristica questa determinata secondo le UNI 7163-72, appendice E). Il rapporto a/c deve essere $0,42 \pm 0,44$ in modo tale da conferire una perfetta impermeabilità del getto (in corrispondenza di tale rapporto, parlando in termini di coefficiente di Darcy, questo deve essere dell'ordine di 10-12 cm/s; tale rapporto, come al punto precedente, deve permettere una messa in opera ottimale). In termini di tempo di lavorabilità, il superfluidificante deve essere in grado di conferire al calcestruzzo una lavorabilità di 1 ora alla temperatura di 20 °C; in termini di slump, dopo un'ora il valore dello slump non dovrà ridursi più del 50%. Sempre a riguardo dell'impermeabilità il calcestruzzo dovrà presentare un bleeding (quantità d'acqua essudata, UNI 7122-72) inferiore a 0,05 cm³/cm² in modo da evitare la presenza di strati di calcestruzzo arricchiti d'acqua e pertanto porosi e permeabili.

3.7.7 Additivi per calcestruzzi di massa

Allo scopo di minimizzare lo sviluppo di calore nei getti cosiddetti ciclopici si impiegheranno cementi a basso tenore di calce ed in minimo dosaggio, compatibilmente con i requisiti di resistenza dei calcestruzzi induriti e del calcestruzzo fresco. A tal fine si utilizzeranno di volta in volta additivi ritardanti e fluidificanti descritti nei punti precedenti.

3.8 MALTE E BETONCINI A STABILITÀ VOLUMETRICA

Per gli inghisaggi di precisione di macchinari soggetti a severe sollecitazioni di fatica e/o ad ampi cicli di temperatura ed umidità, motori, alternatori, generatori, compressori e similari, per ancoraggio al calcestruzzo e sigillatura di strutture metalliche, di colonne, piastre d'appoggio di ponti, rotaie di gru, perni e zanche, verrà impiegata malta esente da ritiro, esente da aggregati metallici e da sostanze generatrici di gas, caratterizzata da elevatissime resistenze meccaniche, espansione controllata che si sviluppa prevalentemente nella prima fase di indurimento, bleeding minimo o nullo, eccezionali caratteristiche di adesione al calcestruzzo indurito ed ampio intervallo di temperatura di impiego. Tale malta impastata col quantitativo d'acqua occorrente ad ottenere uno spandimento alla tavola o scosse ASTM o DIN 1048 pari rispettivamente al 90% (consistenza plastica) e, rispettivamente al 140% (consistenza fluida), dovrà presentare:

- i valori minimi di resistenza a compressione risultanti dalla seguente tabella (kg/cm²):

Consistenza	24 ore a 20°C	28 giorni a 20°C
Plastica	300	650
Fluida	250	750

- assenza di bleeding (UNI 7122-72);
- caratteristiche di espansività tali da produrre nella prova di espansione contrastata eseguita secondo il procedimento UNI una variazione di lunghezza dei provini a 7 giorni di almeno 0,03%.

Il prodotto dovrà essere impiegato secondo le istruzioni della casa produttrice per quanto riguarda dosatura e modalità di impiego. Il produttore di malte a stabilità espansiva dovrà mettere a disposizione su richiesta, propri tecnici specializzati nel loro impiego per la risoluzione dei vari problemi tecnici in relazione alla migliore esecuzione delle opere.

3.9 MALTE SIGILLANTI ESPANSIVE E TENUTA IDRAULICA

Per ancoraggio e sigillatura tubazioni ed inerti in strutture di calcestruzzo, per la realizzazione di collegamenti strutturali tra parti di strutture prefabbricate in calcestruzzo, verrà impiegata malta esente di ritiro, esente da aggregati metallici e da sostanze generatrici di gas, caratterizzata da elevatissime resistenze meccaniche, espansione controllata che si sviluppa prevalentemente nella prima fase di indurimento, bleeding minimo o nullo, eccezionali caratteristiche di adesione al calcestruzzo indurito ed ampio intervallo di impiego. Per gli impieghi di cui al punto precedente, nei casi in cui lo spessore della applicazione risulti elevato (da 5 a 20 cm) e quando l'entità dei getti sia tale da richiedere il controllo del calore di idratazione, verrà impiegato betoncino esente da ritiro di idonee caratteristiche. Per gli impieghi suddetti, ma in presenza di acque aggressive od acqua di mare, si farà uso di prodotti specifici. Le malte in questione, impastate col quantitativo d'acqua occorrente ad ottenere uno spandimento alla tavola a scosse ASTM o DIN 1048 pari rispettivamente al 90% consistenza plastica) e al 140% (consistenza fluida), dovranno presentare:

- i valori minimi di resistenza a compressione risultanti dalla seguente tabella (kg/cm²):

Consistenza	a 1 giorno 20°C	28 giorni a 20°C
Plastica	300	850
Fluida	250	750

- assenza di bleeding;
- caratteristiche di espansività tali da produrre nella prova di espansione contrastata eseguita secondo il procedimento UNI una variazione di lunghezza dei provini a 7 giorni di almeno 0,03%.

I prodotti dovranno essere impiegati secondo le istruzioni della casa produttrice per quanto riguarda la dosatura e le modalità di impiego. Il produttore di malte

3.10 INTONACI IMPERMEABILIZZANTI SPECIALI

Per la realizzazione di intonaci impermeabilizzanti di serbatoi, gallerie, canali, anche ove siano richieste caratteristiche antiusura ed applicazione mediante giunte ed anche in presenza di acque aggressive od acqua di mare si farà uso di malta con idonee caratteristiche. La malta in questione, impastata col quantitativo d'acqua occorrente ad ottenere uno spandimento alla tavola a scosse ASTM o metodo DIN 1048 pari al 90% (consistenza plastica), dovrà presentare:

- i valori minimi di resistenza a compressione di 350 kg/cm² a 1 giorno e 850 kg/cm² a 28 giorni (maturazione a 20°C);
- assenza di bleeding (UNI 7122-72);
- caratteristiche di espansività tali da produrre nella prova di espansione contrastata eseguita secondo il procedimento UNI (*) una variazione di lunghezza dei provini a 7 giorni di almeno 0,03%.

Il prodotto dovrà essere impiegato secondo le istruzioni della casa produttrice per quanto riguarda la dosatura e le modalità di impiego.

Il produttore di malte impermeabilizzanti dovrà mettere a disposizione su richiesta, propri tecnici specializzati nel loro impiego per la risoluzione dei vari problemi tecnici in relazione alla migliore esecuzione delle opere.

3.11 MATERIALI PER GIUNTI

È previsto, per ottenere la tenuta idraulica fra strutture giuntate e fra riprese di getti in calcestruzzo, l'impiego di nastri in PVC o in gomma o in lamierino o bentonitici, che dovranno essere posti in opera con particolari precauzioni e, ove necessario, con interposizione di adatti materiali isolanti o sigillatura con speciali mastici e collanti. Le dimensioni dei nastri e dei lamierini sono indicate sui disegni: le giunzioni sono realizzate mediante incollaggio, vulcanizzazione o sigillatura a caldo. L'esecuzione di tali giunzioni dovrà essere approvata dalla Direzione Lavori. Le superfici di contatto dei materiali devono essere perfettamente asciutte, pulite e lisce.

3.12 TIPI E CLASSI DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI

Ai fini delle presenti Norme Tecniche di Appalto e dell'Elenco di Prezzi Unitari vengono presi in considerazione tipi e classi di conglomerato cementizio: -i "tipi" sono definiti nella tabella 15 C, nella quale sono indicate alcune caratteristiche dei conglomerati cementizi, e sono esemplificati i relativi campi di impiego; -le "classi" indicano la resistenza caratteristica cubica del conglomerato cementizio a ventotto giorni di maturazione, espressa in MPa.

TABELLA 15/C -Tipi di impiego e classi dei calcestruzzi

TIPO di CLS	IMPIEGO DEI CALCESTRUZZI	CEMENTI AMMESSI	MASSIMO RAPPORTO A/C AMMESSO	CONSISTENZA UNI 9418 abbassamento al cono	ACQUA ESSUDAT A UNI 7122	CLASSI Rck **
I	Impalcati in c.a. e c.a.p. pile e spalle di ponti, viadotti, cavalcavia, sottovia, ponticelli di luce superiore a m 8,00, New Jersey barriere e parapetti in cemento armato	Pozzolánico o altoforno	0,45	\geq cm 16 *	\leq 0,1%	\geq 40 MPa
II	Muri di sottoscarpa e controripa in c.a., ponticelli di luce fino a m 8,00 Tombini scatolari Fondazioni armate (plinti, pali, diaframmi, ecc.) Calcestruzzi per cunette, cordoli, pavimentazioni Rivestimenti di gallerie	Pozzolánico o altoforno	0,50	\geq cm 16	$<$ 0,1%	\geq 30 MPa
III	Muri di sottoscarpa e controripa in calcestruzzo anche se debolmente armato (fino ad un max di kg 30 di acciaio per metro cubo) Fondazioni non armate (pozzi, sottoplinti, ecc.) - Rivestimenti di tubazione (tombini tubolari, ecc.) e riempimenti - Prismi per difese spondali	Pozzolánico o altoforno	0,55	\geq cm 16	$<$ 0,2%	\geq 25 MPa

I cementi ad alta resistenza chimica si intendono secondo la UNI 9156

(*) Tranne che per particolari manufatti quali pareti sottili a vibrazione programmata, barriere New Jersey o simili che richiedono abbassamenti al cono minori.

(**) Salvo richieste di resistenze maggiori definite nel progetto.

3.13 TIPI PARTICOLARI DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO

3.13.1 Betoncino Proiettato a pressione (spritz-beton)

Tali tipi di calcestruzzo sono impiegati sia nei prerivestimenti di gallerie che come rivestimenti a protezione di pendii. Le modalità di confezione devono essere proposte dall'Appaltatore all'approvazione preventiva della D.L. In generale la miscela sarà composta da inerti, di granulometria appositamente studiata, dosati a peso e miscelati asciutti con mezzi meccanici unicamente al cemento, nelle seguenti proporzioni:

- inerti a granulometria mm 0-2: 20%
- inerti a granulometria mm 2-4: 35%
- inerti a granulometria mm 4-12 (15): 45%
- cemento: 500 kg/m³
- rapporto acqua-cemento: da 0,40 a 0,50
- additivo accelerante (eventuale e previa approvazione della D.L.): 4% del peso del cemento.

Le percentuali degli inerti possono essere variate, entro limiti ristretti, con il benestare della D.L., a seconda dei tipi di macchine spruzzatrici adoperate.

Si precisa che in nessun caso gli inerti devono contenere acqua in quantità superiore al 4% in peso e pertanto l'Appaltatore deve predisporre opportuni dispositivi di essiccamento. La miscela asciutta deve essere utilizzata dopo non più di novanta minuti dall'aggiunta del cemento.

L'additivo accelerante, approvato dalla Direzione Lavori, va aggiunto, in misura da stabilirsi in base a prove, all'atto dell'introduzione della miscela nella macchina spruzzatrice.

Rispetto allo spessore teorico ordinato si tollera una riduzione non superiore ad 1/5 esclusivamente in corrispondenza ai punti di parete maggiormente sporgenti. La collocazione dello spritz-beton dovrà eseguirsi con metodi appropriati (a umido o a secco) tenendo in conto le condizioni di salubrità e previa approvazione della D.L.. Nessun compenso addizionale sarà dovuto in conseguenza dell'adozione dell'uno o dell'altro metodo.

3.13.2 Malta cementizia tipo EMACO

Malta cementizia premiscelata espansiva per ancoraggi di precisione di spessori centimetrici mediante colaggio. La malta tipo EMACO è conforme ai requisiti e limiti di accettazione delle malte espansive per ancoraggi indicati da:

- UNI 8993 e UNI 8994 circa le classi di consistenza per i tipi superfluido, fluido e plastico;
- UNI 8994 e UNI 8996, UNI 8148 per l'espansione sia in fase plastica che indurita;
- UNI 8998, circa l'assenza di bleeding.

Caratteristiche:

- elevatissima fluidità e capacità di scorrimento
- rispondenza ai requisiti previsti dalla normativa italiana
- elevate prestazioni meccaniche sia a breve che a lunga stagionatura
- elevata adesione al calcestruzzo e all'acciaio, impermeabilità all'acqua, elevata resistenza ai fenomeni di fatica, ai cicli termici, alle elevate temperature ed elevata resistenza all'attacco degli oli lubrificanti: tutte fondamentali caratteristiche di durabilità del materiale.

Prima dell'esecuzione del getto di malta cementizia tipo Emaco prevedere la scalpellatura e la pulizia della superficie del calcestruzzo per la rimozione del primo strato di calcestruzzo. Dovrà

essere interposto tra la superficie asciutta e il getto fresco un adesivo epossidico per ripresa di getto (tipo EPORIP o similare)

3.13.3 Fibrorinforzati

Se necessario, il calcestruzzo potrà essere rinforzato con fibre in polipropilene vergine, tagliate, fibrillate, non apprettate, tipo Fibermesh, in grado di bloccare le incrinazioni da ritiro, di ridurre la permeabilità del calcestruzzo e di aumentarne la resistenza a rottura.

Le fibre dovranno assicurare un'ottima aderenza con la matrice cementizia e dovranno essere in grado di sopportare lunghi tempi di mescolazione senza appallottolamento, in quanto andranno aggiunte direttamente nella betoniera.

Il fornitore del materiale dovrà produrre apposita documentazione tecnica che evidenzia come nel calcestruzzo fresco ed in quello indurito le fibre siano in grado di apportare le seguenti migliorie:

- ritenzione d'acqua per una migliore maturazione del calcestruzzo nelle prime ore di vita;
- riduzione dei ritiri (metodo FBC – Norvegia);
- aumentata resistenza all'abrasione (metodo CRD-C-52-54 USA/metodo VEISLITER "M" Norvegia);
- ridotta permeabilità del calcestruzzo (metodo VON-TEST);
- aumentata resistenza all'urto (metodo ASTM – AC1544 "DROP-HAMMER").

3.14 CLASSI DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE

Le classi di esposizione cui fare riferimento in Italia sono riportate nel "Prospetto 1 (inserito di seguito) della norma UNI 11104". La prima colonna identifica la classe con una sigla in lettere (X0-XC-XD-XS-XF-XA) e le relative sottoclassi ponendo un numero dopo tale sigla; le sottoclassi (tranne per la classe X0) sono 3 o 4, a seconda dei casi, e la numerazione cresce proporzionalmente all'incremento dell'aggressione ambientale sulla parte di struttura interessata. Le classi di esposizione nel caso progettuale all'oggetto sono:

- Vasche e pozzetti – manufatti a contatto con reflui o fanghi: **XC4 + XA2**
- Struttura locale tecnico stabilizzazione aerobica: **XC4**
- Platea stazione di trattamento aria e muretto di protezione: **XC4**
- Plinti isolati – supporto ispessitore statico: **XC4**

Durabilità calcestruzzo classi di esposizione in relazione alle condizioni ambientali (Norma UNI 11104 – Prospetto 1)

DENOMINAZIONE DELLA CLASSE	DESCRIZIONE DELL'AMBIENTE	ESEMPI INFORMATIVI DI SITUAZIONI A CUI POSSONO APPLICARSI LE CLASSI DI ESPOSIZIONE
1. Assenza di rischio di corrosione o attacco		
X0	PER CALCESTRUZZO PRIVO DI ARMATURA O INSERTI METALLICI: TUTTE LE ESPOSIZIONI ECCETTO DOVE C'È GELO E DISGELO, O ATTACCO CHIMICO. CALCESTRUZZI CON ARMATURA O INSERTI METALLICI: IN AMBIENTE MOLTO ASCIUTTO	INTERNO DI EDIFICI CON UMITÀ RELATIVA MOLTO BASSA. CALCESTRUZZO NON ARMATO ALL'INTERNO DI EDIFICI. CALCESTRUZZO NON ARMATO IMMERSO IN SUOLO NON AGGRESSIVO O IN ACQUA NON AGGRESSIVA. CALCESTRUZZO NON ARMATO SOGGETTO A CICLI DI BAGNATO ASCIUTTO MA NON SOGGETTO AD ABRASIONE, GELO O ATTACCO CHIMICO.
2. Corrosione indotta da carbonatazione (caso in cui il calcestruzzo contiene armature o inserti metallici ed esposto all'aria ed all'umidità)		
XC1	ASCIUTTO O PERMANENTEMENTE BAGNATO	INTERNI DI EDIFICI CON UMITÀ RELATIVA BASSA. CALCESTRUZZO ARMATO ORDINARIO O PRECOMPRESSO CON LE SUPERFICI ALL'INTERNO DI STRUTTURE CON ECCEZIONE DELLE PARTI ESPOSTE A CONDENZA, O IMMERSO IN ACQUA.
XC2	BAGNATO, RARAMENTE ASCIUTTO	PARTI DI STRUTTURE DI CONTENIMENTO LIQUIDI, FONDAZIONI. CALCESTRUZZO ARMATO ORDINARIO O PRECOMPRESSO PREVALENTEMENTE IMMERSO IN ACQUA O TERRENO NON AGGRESSIVO.
XC3	UMIDITA' MODERATA	CALCESTRUZZO ARMATO ORDINARIO O PRECOMPRESSO IN ESTERNI CON SUPERFICI ESTERNE RIPARATE DALLA PIOGGIA, O IN INTERNI CON UMITA' DA MODERATA AD ALTA.
XC4	CICLICAMENTE ASCIUTTO E BAGNATO	CALCESTRUZZO ARMATO ORDINARIO O PRECOMPRESSO IN ESTERNI CON SUPERFICI SOGGETTE A ALTERNANZE DI ASCIUTTO ED UMIDO. CALCESTRUZZI A VISTA IN AMBIENTI URBANI. SUPERFICI A CONTATTO CON L'ACQUA NON COMPRESA NELLA CLASSE XC2.
3. Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare		
XD1	UMIDITA' MODERATA	CALCESTRUZZO ARMATO ORDINARIO O PRECOMPRESSO IN SUPERFICI O PARTI DI PONTI E VIADOTTI ESPOSTI A SPRUZZI DI ACQUA CONTENENTE CLORURI.
XD2	BAGNATO, RARAMENTE ASCIUTTO	CALCESTRUZZO ARMATO O PRECOMPRESSO IN ELEMENTI STRUTTURALI TOTALMENTE IMMERSI IN ACQUA ANCHE INDUSTRIALE CONTENENTE CLORURI (ES. PISCINE).
XD3	CICLICAMENTE ASCIUTTO E BAGNATO	CALCESTRUZZO ARMATO ORDINARIO O PRECOMPRESSO, DI ELEMENTI STRUTTURALI DIRETTAMENTE SOGGETTI AGLI AGENTI DISGELANTI O AGLI SPRUZZI CONTENENTI AGENTI DISGELANTI. CALCESTRUZZO ARMATO ORDINARIO O PRECOMPRESSO, ELEMENTI CON UNA SUPERFICIE IMMERSA IN ACQUA CONTENENTE CLORURI E L'ALTRA ESPOSTA ALL'ARIA. PARTI DI PONTI, PAVIMENTAZIONI E PARCHEGGI PER AUTO.

4. Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare		
XS1	ESPOSTO ALLA SALSEDINE MARINA MA NON DIRETTAMENTE IN CONTATTO CON L'ACQUA DI MARE	CALCESTRUZZO ARMATO ORDINARIO O PRECOMPRESSO CON ELEMENTI STRUTTURALI SULLE COSTE O IN PROSSIMITA' DEL MARE.
XS2	PERMANENTEMENTE SOMMERSO	CALCESTRUZZO ARMATO ORDINARIO O PRECOMPRESSO DI STRUTTURE MARINE COMPLETAMENTE IMMERSE IN ACQUA.
XS3	ZONE ESPOSTE AGLI SPRUZZI OPPURE ALLA MAREA	CALCESTRUZZO ARMATO ORDINARIO O PRECOMPRESSO CON ELEMENTI STRUTTURALI ESPOSTI ALLA BATTIGIA O ALLE ZONE SOGETTE AGLI SPRUZZI ED ONDE DEL MARE.
5. Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti		
XF1	MODERATA SATURAZIONE DI ACQUA, IN ASSENZA DI AGENTE DISGELANTE	SUPERFICI VERTICALI DI CALCESTRUZZO COME FACCIATE E COLONNE ESPOSTE ALLA PIOGGIA ED AL GELO. SUPERFICI NON VERTICALI E NON SOGGETTE ALLA COMPLETA SATURAZIONE MA ESPOSTE AL GELO, ALLA PIOGGIA O ALL'ACQUA.
XF2	MODERATA SATURAZIONE DI ACQUA IN PRESENZA DI AGENTE DISGELANTE	ELEMENTI COME PARTI DI PONTI CHE IN ALTRO MODO SAREBBERO CLASSIFICATI COME XF1 MA CHE SONO ESPOSTI DIRETTAMENTE O INDIRETTAMENTE AGLI AGENTI DISGELANTI.
XF3	ELEVATA SATURAZIONE DI ACQUA IN ASSENZA DI AGENTE DISGELANTE	SUPERFICI ORIZZONTALI IN EDIFICI DOVE L'ACQUA PUO' ACCUMULARSI E CHE POSSONO ESSERE SOGGETTI AI FENOMENI DI GELO, ELEMENTI SOGGETTI A FREQUENTI BAGNATURE ED ESPOSTI AL GELO.
XF4	ELEVATA SATURAZIONE DI ACQUA CON PRESENZA DI AGENTE ANTIGELO OPPURE ACQUA DI MARE	SUPERFICI ORIZZONTALI QUALI STRADE O PAVIMENTAZIONI ESPOSTE AL GELO ED AI SALI DISGELANTI IN MODO DIRETTO O INDIRETTO, ELEMENTI ESPOSTI AL GELO E SOGGETTI A FREQUENTI BAGNATURE IN PRESENZA DI AGENTI DISGELANTI O DI ACQUA DI MARE.
6. Attacco chimico		
XA1	AMBIENTE CHIMICAMENTE DEBOLMENTE AGGRESSIVO SECONDO IL PROSPETTO 2 DELLA UNI EN 206-1	CONTENITORI DI FANGHI E VASCHE DI DECANTAZIONE. CONTENITORI E VASCHE PER ACQUE REFLUE.
XA2	AMBIENTE CHIMICAMENTE MODERATAMENTE AGGRESSIVO SECONDO IL PROSPETTO 2 DELLA UNI EN 206-1	ELEMENTI STRUTTURALI O PARETI A CONTATTO DI TERRENI AGGRESSIVI.
XA3	AMBIENTE CHIMICAMENTE FORTEMENTE AGGRESSIVO SECONDO IL PROSPETTO 2 DELLA UNI EN 206-1	ELEMENTI STRUTTURALI O PARETI A CONTATTO DI ACQUE INDUSTRIALI FORTEMENTE AGGRESSIVE. CONTENITORI DI FORAGGI, MANGIMI E LIQUAMI PROVENIENTI DALL'ALLEVAMENTO ANIMALE. TORRI DI RAFFREDDAMENTO DI FUMI E GAS DI SCARICO INDUSTRIALI.

Durabilità calcestruzzo valori limiti per la composizione e le proprietà del calcestruzzo
(Prospetto 4 della norma UNI 11104)

	NESSUN RISCHIO DI CORROSI ONE DELLE ARMATUR E	CORROSIONE DELLE ARMATURE INDOTTA DALLA CARBONATAZIONE				CORROSIONE DELLE ARMATURE INDOTTA DAI CLORURI						ATTACCO DAI CICLI DI GELO/ DISGELO				AMBIENTE AGGRESSIVO PER ATTACCO CHIMICO		
						ACQUA DI MARE			CLORURI PROVENIENTI DA ALTRE FONTI									
	X0	XC 1	XC 2	XC3	XC4	XS1	XS 2	XS 3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF 2	XF 3	XF4	XA1	XA2	XA3
MASSIMO RAPPORTO a/c	-	0,60		0,55	0,50	0,50	0,45		0,55	0,50	0,45	0,50	0,50		0,45	0,55	0,50	0,45
MINIMA CLASSE DI RESISTENZA	C12/15	C25/30		C28/ 35	C32/ 40	C32/ 40	C35/45		C28/ 35	C32/ 40	C35/ 45	C32/ 40	C25/30		C28/35	C28/3 5	C32/ 40	C35/ 45
MINIMO CONTENUTO IN CEMENTO (Kg/m³)		300		320	340	340	360		320	340	360	320	340		360	320	340	360
CONTENUTO MINIMO IN ARIA (%)													3,0 (a)					
ALTRI REQUISITI												AGGREGATI CONFORMI ALLA UNI EN 12620 DI ADEGUATA RESISTENZA AL GELO/DISGELO				È RICHIESTO L'IMPIEGO DI CEMENTI RESISTENTI AI SOLFATI (b)		
(a) QUANDO IL CALCESTRUZZO NON CONTIENE ARIA AGGIUNTA, LE SUE PRESTAZIONI DEVONO ESSERE VERIFICATE RISPETTO AD UN CALCESTRUZZO AERATO PER IL QUALE È PROVATA LA RESISTENZA AL GELO/DISGELO, DA DETERMINARSI SECONDO UNI 7087, PER LA RELATIVA CLASSE DI ESPOSIZIONE.																		
(b) QUALORA LA PRESENZA DI SOLFATI COMPORTI LE CLASSI DI ESPOSIZIONE XA2 E XA3 È ESSENZIALE UTILIZZARE UN CEMENTO RESISTENTE AI SOLFATI SECONDO LA UNI 9156.																		

3.15 CLASSI DI CONSISTENZA DEL CALCESTRUZZO

La lavorabilità del calcestruzzo fresco, designata con il termine consistenza dalla normativa vigente, è un indice delle proprietà e del comportamento del calcestruzzo nell'intervallo di tempo tra la produzione e la compattazione dell'impasto in situ nella cassaforma.

Secondo le norme UNI EN 206 – 2006 e UNI 11104:2004, la consistenza deve essere determinata mediante le seguenti prove dai cui risultati vengono definite le classe di consistenza del calcestruzzo. Classi di consistenza mediante abbassamento al cono di Abrams:

- S1 - consistenza umida: abbassamento (slump) da 10 a 40 mm
- S2 - consistenza plastica: abbassamento (slump) da 50 a 90 mm
- S3 - consistenza semifluida: abbassamento (slump) da 100 a 150 mm
- S4 - consistenza fluida: abbassamento (slump) da 160 a 210 mm
- S5 - consistenza superfluida: abbassamento (slump) ≥ 220 mm.

- Classi di consistenza mediante misura della compattabilità:
- C0 - indice di compattabilità: $\geq 1,46$
- C1 - indice di compattabilità: da 1,45 a 1,26
- C2 - indice di compattabilità: da 1,25 a 1,11
- C3 - indice di compattabilità: da 1,10 a 1,04
- C4 (solo per calcestruzzi leggeri) - indice di compattabilità: $< 1,04$ Classi di consistenza mediante la misura dello spandimento
- F1 - diametro spandimento: ≤ 340 mm
- F2 - diametro spandimento: da 350 a 410 mm
- F3 - diametro spandimento: da 420 a 480 mm
- F4 - diametro spandimento: da 490 a 550 mm
- F5 - diametro spandimento: da 560 a 620 mm
- F6 - diametro spandimento: ≥ 630 mm

3.16 QUALIFICA PRELIMINARE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI

L'Impresa è tenuta all'osservanza della Legge 5/11/1971 n° 1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" nonché delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della predetta legge (D.M. del 27.7.1985 e successivi aggiornamenti, compresi il D.M. 9 gennaio 1996 e il D.M. 16 gennaio 1996).

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

- resistenza caratteristica a compressione R_{ck} ;
- durabilità delle opere (UNI 8981);
- diametro massimo dell'aggregato (UNI 8520);
- tipo di cemento e dosaggi minimi ammessi;
- resistenza a trazione per flessione secondo UNI 6133/83;
- resistenza a compressione sui monconi dei provini rotti per flessione (UNI 6134);
- resistenza trazione indiretta (UNI 6135);
- modulo elastico secante a compressione (UNI 6556);
- contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco (UNI 6395);
- ritiro idraulico (UNI 6555);
- resistenza ai cicli di gelo-disgelo (UNI 7087);
- impermeabilità (ISO DIS 7032)

dovrà qualificare i materiali e gli impasti in tempo utile prima dell'inizio dei lavori, sottoponendo all'esame della Direzione Lavori:

- a) i campioni dei materiali che intende impiegare, indicando provenienza, tipo e qualità dei medesimi;
- b) la caratterizzazione granulometrica degli aggregati;

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

La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei getti di conglomerato cementizio solo dopo aver esaminato ed approvato la documentazione per la qualifica dei materiali e degli impasti di conglomerato cementizio e dopo aver effettuato, in contraddittorio con l'Impresa, impasti di prova del calcestruzzo per la verifica dei requisiti di cui alla tabella 15/C.

Dette prove saranno eseguite sui campioni confezionati in conformità a quanto proposto dall'Impresa ai punti a), b), c) e f). I laboratori, il numero dei campioni e le modalità di prova saranno quelli indicati dalla Direzione Lavori, tutti gli oneri relativi saranno a carico dell'Impresa.

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

Qualora l'Impresa impieghi conglomerato cementizio preconfezionato pronto all'uso, per il quale si richiama la Norma UNI 9858/91, le prescrizioni sulla qualificazione dei materiali, la composizione degli impasti e le modalità di prova, dovranno essere comunque rispettate.

Si puntualizza che per la realizzazione delle opere in conglomerato cementizio dovrà essere impiegato esclusivamente "conglomerato cementizio a prestazione garantita" secondo la Norma UNI 9858. In nessun caso verrà ammesso l'impiego di "conglomerato cementizio a composizione richiesta" secondo la stessa Norma.

3.17 CONTROLLI IN CORSO D'OPERA

Il calcestruzzo deve essere prodotto in regime di controllo della qualità da eseguire nelle seguenti fasi:

- Valutazione preliminare della resistenza, prima dell'inizio della costruzione
- Controllo di produzione durante la produzione stessa
- Controllo di accettazione durante l'esecuzione dell'opera con prelievo contestuale al getto.

Il prelievo del campione deve avvenire secondo quanto indicato nel DM 17/01/2018. Il controllo di accettazione deve essere eseguito obbligatoriamente dal DL, mediante il controllo di tipo A e di tipo B.

La Direzione Lavori eseguirà controlli periodici in corso d'opera per verificare la corrispondenza tra le caratteristiche dei materiali e degli impasti impiegati e quelle definite in sede di qualifica.

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza della D.L. o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo e dispone l'identificazione dei provini mediante sigle indelebili, etichette individuabili; la certificazione del laboratorio prove materiali deve riportare il riferimento a tale verbale.

L'Appaltatore dà avviso con almeno tre giorni di anticipo alla D.L. circa il programma dei getti e provvede a propria cura e spese a tenere costantemente in cantiere cubettiere a norma per il prelievo dei campioni di calcestruzzo.

Dopo il prelievo i campioni andranno conservati al riparo dal sole.

I provini saranno nella quantità scelta dalla D.L., comunque non inferiori a due provini per ciascuna giornata di getti e per ciascuna tipologia di calcestruzzo.

Per eventuali prove che la Direzione Lavori volesse eseguire sopra gli impianti od i calcestruzzi in opera, l'Appaltatore è tenuto a fornire tutta l'assistenza del caso.

L'Appaltatore comunica inoltre alla D.L. all'inizio dei lavori il nominativo del Laboratorio certificato a cui conferirà i provini di calcestruzzo e si fa carico di fornire alla D.L. i certificati di prova in originale entro 60 giorni da ciascun prelievo.

3.18 RESISTENZA DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI

Per ciascuna determinazione in corso d'opera delle resistenze caratteristiche a compressione dei conglomerati cementizi dovranno essere eseguite due serie di prelievi da effettuarsi in conformità ai alle NTC 2018 (Controlli di tipo A e B).

I prelievi, eseguiti in contraddittorio con l'Impresa, verranno effettuati separatamente per ogni opera e per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio previsti nei disegni di progetto od ordinati per iscritto dalla Direzione Lavori. Di tali operazioni, eseguite a cura e spese dell'Impresa, e sotto il controllo della Direzione Lavori, secondo le Norme UNI vigenti, verranno redatti appositi verbali numerati progressivamente e controfirmati dalle parti.

I provini, contraddistinti col numero progressivo del relativo verbale di prelievo, verranno custoditi a cura e spese dell'Impresa in locali ritenuti idonei dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire la autenticità e la corretta stagionatura (UNI 6127).

Con i provini della prima serie di prelievi verranno effettuate presso i laboratori della Direzione Lavori, alla presenza dell'Impresa, le prove atte a determinare le resistenze caratteristiche alle

differenti epoche di stagionatura secondo le disposizioni che al riguardo saranno impartite dalla Direzione Lavori.

I risultati delle prove di rottura, effettuate sui provini della prima serie di prelievi secondo la Norma UNI 6132, saranno presi a base per la contabilizzazione provvisoria dei lavori, a condizione che il valore della resistenza caratteristica cubica a compressione a ventotto giorni di maturazione - R_{ck} -, accertato per ciascun tipo e classe di conglomerato cementizio, non risulti inferiore a quello della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto.

I provini della seconda serie di prelievi dovranno essere sottoposti a prove presso i Laboratori Ufficiali indicati dalla Direzione Lavori.

Limitatamente ai conglomerati cementizi non armati o debolmente armati (fino ad un massimo di kg 30 di acciaio per metro cubo), sarà sottoposto a prova presso laboratori Ufficiali soltanto il 10% dei provini della seconda serie a condizione che quelli corrispondenti della prima serie siano risultati di classe non inferiore a quella richiesta.

Se dalle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali sui provini della seconda serie di prelievi risultasse un valore della resistenza caratteristica cubica a compressione a ventotto giorni di maturazione - R_{ck} - non inferiore a quella della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, tale risultanza verrà presa a base della contabilizzazione definitiva dei lavori.

Nel caso in cui la resistenza caratteristica cubica a compressione a ventotto giorni di maturazione - R_{ck} - ricavata per ciascun tipo e classe di conglomerato cementizio dalle prove della prima serie di prelievi risulti essere inferiore a quella della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la Direzione lavori, nell'attesa dei risultati Ufficiali, potrà a suo insindacabile giudizio ordinare la sospensione dei getti dell'opera d'arte interessata senza che l'Impresa possa accampare per questo alcun diritto a compenso.

Qualora dalle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali risultasse un valore R_{ck} inferiore di non più del 10% rispetto a quello della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la Direzione lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una determinazione sperimentale della resistenza meccanica del conglomerato cementizio in opera e successivamente una verifica della sicurezza. Nel caso in cui tale verifica dia esito positivo il conglomerato cementizio verrà accettato ma il suo prezzo unitario verrà decurtato del 15%.

Qualora la resistenza caratteristica riscontrata risulti minore di quella richiesta di più del 10%, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'impresa se la R_{ck} risulterà maggiore a quella indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto.

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

3.19 DURABILITÀ DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI

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

Le cause di degradazione più frequenti sono i fenomeni di corrosione delle armature, i cicli di gelodisgelo, l'attacco di acque aggressive di varia natura e la presenza di solfati.

La degradazione va prevenuta applicando nelle fasi di progettazione e di esecuzione le Norme UNI 8981/87 e 9858/91.

La Direzione Lavori, d'intesa con il progettista (che dovrà documentare nel progetto delle opere l'adozione dell'istruzione di cui alla Norma UNI 8981/87) e con l'Impresa, verificherà in fase di qualifica dei materiali e degli impasti l'efficacia dei provvedimenti da adottare in base alle suddette Norme UNI. Devesi tenere conto infatti che la durabilità si ottiene mediante l'impiego di conglomerato cementizio poco permeabile, eventualmente aerato, a basso rapporto a/c, di elevata lavorabilità, con adeguato dosaggio di cemento del tipo idoneo, mediante compattazione adeguata, rispettando i limiti del tenore di ione cloruro totale nel conglomerato cementizio e curando scrupolosamente la stagionatura. Oltre all'impiego di tale conglomerato cementizio riveste fondamentale importanza anche lo spessore del copriferro e l'eventuale presenza di fessurazioni dei manufatti.

In presenza di concentrazioni sensibili di ioni solfato nelle acque e nei terreni a contatto dei manufatti, dovranno essere impiegati cementi a moderata, alta ed altissima resistenza chimica, rispondenti alle prescrizioni della Norma UNI 9156/87.

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

La prova di resistenza al gelo verrà svolta sottoponendo i campioni a 300 cicli di gelo e disgelo, secondo UNI 7087; la conseguente variazione delle proprietà caratteristiche dovrà essere contenuta entro i limiti sotto riportati:

- riduzione del modulo di elasticità = 20%
- perdita di massa = 2%
- espansione lineare = 0.2%
- coefficiente di permeabilità:
 - prima dei cicli = 10^{-9} cm/s
 - dopo i cicli = 10^{-8} cm/s.

Calcestruzzi esposti ad attacco chimico

Ai fini di valutare l'eventuale attacco chimico a cui potrebbero essere sottoposti i calcestruzzi, al Committente compete l'onere del preventivo accertamento della presenza e della concentrazione nei terreni e nelle acque di agenti aggressivi di cui alla norma ISO 9690.

Sulla base della concentrazione di agenti aggressivi presenti, il Progettista dovrà individuare la classe di esposizione ambientale tra le classi XA1, XA2 e XA3.

Tabella I - Classi di esposizione ambientale - attacco chimico

	GRADO DI ATTACCO		
	XA1 (debole)	XA2 (moderato)	XA3 (forte)
Agente aggressivo nelle acque			
pH	6,5 - 5,5	5,5 - 4,5	4,5 - 4,0
CO ₂ aggressiva [mg/l]	15 - 30	30 - 60	60 - 100
ioni ammonio NH ₄ ⁺ [mg/l]	15 - 30	30 - 60	60 - 100
ioni magnesio Mg ²⁺ [mg/l]	100 - 300	300 - 1500	1500 - 3000
ioni solfato SO ₄ ²⁻ [mg/l]	200 - 600	600 - 3000	3000 - 6000
Agente aggressivo nel terreno			
ioni solfato SO ₄ ²⁻ mg/kg di terreno seccato all'aria	2000 - 6000	6000 - 12000	> 12000

Le misure preventive, concordate con il Progettista, dovranno rispettare quanto previsto nelle norme UNI 8981, UNI 9156 e UNI 9606.

Nei calcestruzzi esposti ad attacco chimico la profondità media del profilo di penetrazione dell'acqua sotto pressione, determinata con le modalità previste nella norma ISO 7031 su carote prelevate dalla struttura, dovrà essere minore di 20 mm, ciascun valore dovrà essere minore di 50 mm.

Attacco chimico da parte dei solfati

I cementi dovranno avere la composizione specificata nella norma UNI 9156.

3.20 TECNOLOGIA ESECUTIVA DELLE OPERE

Si ribadisce che l'Impresa è tenuta all'osservanza delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5.11.1971 n° 1086 (D.M. del 27.7.1985 e successivi aggiornamenti) nonché delle Leggi e Norme 12l vigenti, in quanto applicabili, ed in particolare della Norma UNI 9858/91.

3.21 CONFEZIONE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI

La confezione dei conglomerati cementizi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori. Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli aggregati, dell'acqua, degli additivi e del cemento;

la precisione delle apparecchiature per il dosaggio ed i valori minimi saranno quelli del prospetto della Norma UNI 9858; dovrà essere controllato il contenuto di umidità degli aggregati.

La dosatura effettiva degli aggregati dovrà essere realizzata con precisione del 3%; quella del cemento con precisione del 2%. Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno. Per l'acqua e gli additivi è ammessa anche la dosatura a volume. La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 2% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta ogni due mesi o comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori. I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere del tipo individuale. Le bilance per la pesatura degli aggregati possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

I depositi degli inerti per gli impianti di betonaggio devono essere separati per ogni tipo di inerte.

I silos del cemento debbono garantire la perfetta tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica.

Gli impasti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare. Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti di omogeneità di cui al successivo paragrafo 7.10.7.

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

Gli aggregati saranno introdotti nelle betoniere tutti contemporaneamente, l'acqua sarà introdotta in modo che il suo tempo di scarico sia completato entro il 25% del tempo di mescolamento.

Se al momento della posa in opera la consistenza del conglomerato cementizio non è quella prescritta, lo stesso non dovrà essere impiegato per l'opera ma scaricato in luogo appositamente destinato dall'Impresa. Tuttavia se la consistenza è minore di quella prescritta (minore slump), e il conglomerato cementizio è ancora nell'autobetoniera, la consistenza può essere portata fino al valore prescritto mediante aggiunta di additivi fluidificanti e l'aggiunta verrà registrata sulla bolla di consegna.

L'uso di tali additivi è compreso e compensato con i prezzi di elenco dei conglomerati cementizi.

La produzione ed il getto del conglomerato cementizio dovranno essere sospesi nel caso in cui prevedibilmente la temperatura possa scendere al di sotto di 273 K (0°C), salvo diverse disposizioni che la Direzione Lavori potrà dare volta per volta, prescrivendo in tal caso le norme e gli accorgimenti cautelativi da adottare; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi.

Il tempo di mescolamento non sarà mai inferiore a 60 s dal momento in cui tutti i materiali sono stati introdotti, per betoniere fino a 1 m³. Per betoniere superiori si prolungherà il tempo di

mescolamento di 15 s per ogni mezzo metro cubo addizionale. La betoniera non dovrà essere caricata oltre la sua capacità nominale: in particolare, le betoniere dovranno essere accuratamente vuotate dopo ogni impasto ed il calcestruzzo dovrà essere trasportato direttamente al luogo di impiego e ivi posto in opera. L'impasto con autobetoniere dovrà essere portato a termine alla velocità di rotazione ottimale per l'impasto.

3.22 TRASPORTO

Il trasporto dei conglomerati cementizi dall'impianto di betonaggio al luogo di impiego dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del conglomerato cementizio medesimo. I veicoli per il trasporto del calcestruzzo devono essere provvisti di dispositivo di agitazione. La capacità dei veicoli dovrà essere uguale o un multiplo intero di quella della betoniera per evitare il frazionamento di impasti nella distribuzione.

Saranno accettate in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed, eccezionalmente, i nastri trasportatori. L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Impresa adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio alla bocca di uscita della pompa. Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

L'omogeneità dell'impasto sarà controllata, all'atto dello scarico con la prova indicata al seguente paragrafo 7.10.7.

In particolare, il calcestruzzo deve venire scaricato dalla betoniera in modo che esso cada verticalmente e da limitata altezza del mezzo od impianto di trasporto; il principio della caduta verticale da limitata altezza deve venire osservato, in tutte le fasi del trasporto e della posa del calcestruzzo. Gli impianti ed i procedimenti adottati dovranno far sì che il calcestruzzo, dopo l'adeguato tempo di mescolamento nelle impastatrici meccaniche, che sarà fissato dalla D.L., sia trasportato e posto in opera senza alcuna sosta non essendo stato consentito l'impiego di impasti che abbiano comunque stazionato dal momento della loro confezione.

Il tempo intercorso tra l'inizio delle operazioni di impasto ed il termine dello scarico in opera non deve causare una diminuzione di lavorabilità, misurata con le prove di consistenza al cono di Abrams (slump test), superiore a 5 cm.

Particolare cura sarà rivolta al controllo delle perdite di acqua per evaporazione durante il trasporto a mezzo di autobetoniere; a questo scopo si controllerà la consistenza o la plasticità del calcestruzzo con prelievi periodici a giudizio della Direzione Lavori.

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

3.23 POSA IN OPERA

I getti dovranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori. La posa in opera sarà eseguita con ogni cura ed a regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificato i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posizionato le armature metalliche. Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e di capitolato.

L'Appaltatore dovrà provvedere a che tutta l'attrezzatura sia sufficiente ad assicurare una esecuzione di getto continua e senza interruzioni imputabili a ritardi di trasporto del calcestruzzo, ad insufficienza dei vibrator, a manodopera scarsa e male addestrata. In caso di lavoro notturno sarà particolarmente curata l'illuminazione, specie per il controllo del getto in casseforme strette e profonde. L'impianto di illuminazione necessario sarà a carico dell'Appaltatore.

Tutte le superfici dentro cui dovrà essere versato il calcestruzzo dovranno essere asciutte, esenti da detriti, terra od altro materiale nocivo e saranno approvate previamente dalla Direzione Lavori.

L'Appaltatore non potrà eseguire getti in presenza di acqua, salvo esplicita autorizzazione della Direzione Lavori. Qualora i getti debbano eseguirsi in presenza d'acqua, l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese, ad attuare adeguati sistemi di captazione delle acque e di drenaggio delle stesse, in modo da evitare il dilavamento dei calcestruzzi od il formarsi di pressioni dannose a tergo dei rivestimenti durante la presa.

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori: si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

Le casseforme dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte.

Dovranno essere impiegati prodotti disarmanti aventi i requisiti di cui alle specifiche della Norma UNI 8866; le modalità di applicazione dovranno essere quelle indicate dal produttore evitando accuratamente aggiunte eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseforme. La Direzione Lavori eseguirà un controllo della quantità di disarmante impiegato in relazione allo sviluppo della superficie di casseforme trattate.

Dovrà essere controllato inoltre che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la superficie del conglomerato. A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione specifica escludendo i lubrificanti di varia natura.

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e la fine dei getti e del disarmo. Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tenere registrati

giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

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

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

Eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate mediante bocciardatura e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo; ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione lavori, a suo insindacabile giudizio, riterrà tollerabili fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Impresa.

Quando le irregolarità siano mediamente superiori a mm 10, la Direzione Lavori ne imporrà la regolarizzazione a totale cura e spese dell'Impresa mediante uno strato di materiali idonei che, a seconda dei casi e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori potrà essere costituito da:

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

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno cm 0,5 sotto la superficie finita, e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento espansivo; queste prestazioni non saranno in nessun caso oggetto di compensi a parte. Viene poi prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri vengano fissati nella esatta posizione prevista utilizzando fili metallici liberi di scorrere entro tubetti di materiale PVC o simile, di colore grigio, destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio, armato o non armato, intendendosi il relativo onere compreso e compensati nei prezzi di elenco.

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 cm 50 misurati dopo la vibrazione.

È vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore; è altresì vietato lasciar cadere dall'alto il conglomerato cementizio per un'altezza superiore ad 1,5 m; se necessario si farà uso di tubo getto o si getterà mediante pompaggio.

In quest'ultimo caso l'impianto di pompaggio deve essere sistemato in modo tale da assicurare un flusso regolare ed evitare l'intasamento dei tubi e la segregazione degli aggregati. La tubazione di

adduzione dovrà essere piazzata in modo da evitare il più possibile l'ulteriore movimento del calcestruzzo.

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

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

Qualora si verificassero interruzioni per cause impreviste, il getto sarà interrotto in zone in cui meglio convenga la formazione di un giunto di costruzione, d'accordo con la Direzione Lavori. In nessun caso saranno ammessi ferri d'armatura in vista e rappezzi con intonaci.

Le posizioni dei giunti di costruzione e delle riprese di getto delle strutture in calcestruzzo semplice e armato dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori. In particolare, è fatto esplicito obbligo che il getto di tutte le strutture orizzontali (per esempio platee, solettoni di fondazione, travi con relative solette) che per necessità strutturali debbono garantire un comportamento perfettamente monolitico siano prive di riprese. Potrà essere richiesto che il getto dei basamenti di macchine rotanti od alternative, sia eseguito senza interruzioni, in modo da evitare le riprese di getto, senza che per tale fatto alcun onere addizionale venga richiesto da parte dell'Appaltatore. Qualora l'interruzione del getto superi le 8 ore occorrerà, prima di versare lo strato successivo, scalpellare, sabbiare e lavare la superficie di ripresa e stendervi uno strato di 1 o 2 cm di malta formata dal medesimo impasto della classe di calcestruzzo del getto al quale saranno tolti gli inerti grossi.

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi e ciò neppure nel caso che in dipendenza di questa prescrizione, il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive.

In alternativa la Direzione Lavori potrà prescrivere l'adozione di riprese di getto di tipo monolitico. Queste verranno realizzate mediante spruzzatura di additivo ritardante sulla superficie del conglomerato cementizio fresco; dopo che la massa del conglomerato sarà indurita si provvederà all'eliminazione della malta superficiale non ancora rappresa, mediante getto d'acqua, ottenendo una superficie di ripresa scabra, sulla quale si potrà disporre all'atto della ripresa di getto una malta priva di ritiro immediatamente prima del nuovo getto di conglomerato cementizio.

L'Appaltatore dovrà provvedere che tutta l'attrezzatura sia sufficiente ad assicurare una esecuzione di getto continua e senza interruzioni imputabili a ritardi di trasporto del calcestruzzo, ad insufficienza dei vibratori, a manodopera scarsa e male addestrata. In caso di lavoro notturno sarà particolarmente curata l'illuminazione, specie per il controllo del getto in casseforme strette e profonde. L'impianto di illuminazione necessario sarà a carico dell'Appaltatore.

Appena gettato, il calcestruzzo verrà vibrato fino a completo rammollimento, espulsione di aria ed eliminazione di vuoti. I vibratorii, del tipo di alta frequenza, dovranno avere diametro, lunghezza e potenza sufficienti a raggiungere il risultato della più completa costipazione in tempo inferiore ad un minuto su un'area intorno al vibratore non inferiore a tre quarti di metro quadrato.

La vibratura dovrà essere effettuata immergendo verticalmente il vibratore che dovrà penetrare in ogni punto per almeno 10 cm nella parte superiore dello strato gettato precedentemente, vibrandolo. In linea di massima la durata di vibrazione per metro cubo di calcestruzzo non sarà minore di 3 minuti. In ogni caso la vibratura dovrà essere interrotta prima di provocare la segregazione degli inerti. L'Appaltatore è tenuto a fornire in numero adeguato i vibratorii adatti (7000 giri al minuto per tipi ad immersione; 8000 giri al minuto per tipi da applicare alle casseforme).

In particolare, anche i getti in pareti sottili (spessore rustico minore o uguale a 15 cm) dovranno essere vibrati salvo disposizioni contrarie della Direzione Lavori; le difficoltà di queste vibrazioni non potranno dar luogo, da parte dell'Appaltatore, a richieste di maggiori remunerazioni o giustificazioni per eventuali ritardi.

L'Appaltatore dovrà adottare cure particolari per i getti e la vibratura dei calcestruzzi di strutture a contatto con i liquidi (come serbatoi, vasche, canalette, pozzetti, ecc.) in modo da garantire la impermeabilità degli stessi.

Affinché il getto sia considerato monolitico, il tempo intercorso tra la posa in opera di uno strato orizzontale ed il ricoprimento con lo strato successivo, non deve superare 2 ore alla temperatura ambiente $T_a = 20^\circ\text{C}$, oppure il tempo equivalente ($t'e$) in ore, calcolato con la formula seguente o dedotto dalla corrispondente tabella:

FORMULA	$t_a (^\circ\text{C})$	$t'e$ (ore)
$t'e = 2 \text{ h } (30^\circ / (T_a + 10^\circ\text{C}))$	5	4h 00'
	10	3h 00'
	15	2h 24'
	20	2h 00'
	25	1h 42'
	30	1h 30'
	35	1h 20'

Nel caso in cui in un getto per il cemento monolitico l'interruzione superi il tempo suddetto l'Appaltatore sarà tenuto a stendere sulla superficie di ripresa uno strato di malta (sabbia-cemento) dello spessore di cm 1-2, con un dosaggio di cemento di almeno kg 600 per metro cubo e senza alcun compenso.

Nel caso in cui l'interruzione superi le 8 ore alla temperatura ambiente di $T_a = 20^\circ\text{C}$ o il tempo equivalente ($t'e$) in ore, calcolato con la formula seguente o dedotto dalla corrispondente tabella:

FORMULA	ta (°C)	t'e (ore)
$t'e = 8 h (30^\circ / (Ta + 10^\circ C))$	5	16h 00'
	15	12h 30'
	20	9h 35'
	25	8h 00'
	30	6h 15'
	35	5h 00'

si deve lavare la superficie di ripresa con acqua ad altissima pressione (water blaster) e sabbia in pressione, in modo da mettere a nudo lo scheletro inerte e procedere alla stesa della malta di collegamento.

Nel caso dei getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesa di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto.

A completamento di quanto sopra, valgono le regole e le prescrizioni seguenti:

- ultimato uno strato di getto dovrà essere proibito, almeno per sei ore, il passaggio di personale sul calcestruzzo;
- durante i periodi di basse temperature i getti dovranno essere protetti mediante coperture opportunamente sollevate dalla superficie di getto. In tali condizioni le temperature sopra e sotto la copertura, specie di notte, dovranno essere accuratamente seguite e controllate con appositi termometri. I getti potranno avere inizio al mattino, solo con temperature superiori a 2°C e con tendenza all'innalzamento della temperatura; cesseranno alla sera qualora la temperatura scendesse sotto i 4°C;
- il disarmo non potrà avvenire prima che siano trascorse 48 ore dall'ultimazione del getto;
- qualora nei getti, subito dopo l'inizio della presa, si verificassero anche piccole lesioni o incrinature, la D.L. potrà ordinare la demolizione dei getti anche se le prove ed i controlli a suo tempo eseguiti sul cemento o sugli inerti avessero dato risultati favorevoli;
- costituendo le riprese di getto il punto più delicato delle strutture, è necessario che il programma di lavoro venga studiato e realizzato dall'Appaltatore in modo tale da eseguire ogni singolo elemento con continuità salvo le sospensioni notturne e festive;
- sospensioni di getti nell'esecuzione di un elemento, superiori a 48 ore, per negligenza o imprevidenza dell'Appaltatore, compresi guasti agli impianti od esaurimento di scorte di inerti o di cemento, interruzioni o irregolarità di approvvigionamento, comporteranno a carico dell'Appaltatore tutti quei provvedimenti che la Direzione Lavori intenderà prendere per sanare il difetto verificatosi;
- per gli oneri di cui ai precedenti capoversi e relativi alle riprese di getto, nessun compenso è dovuto all'Appaltatore;
- il calcestruzzo gettato sarà opportunamente spianato con mezzi idonei che ne impediscono la proiezione così da evitare la separazione dei componenti.

Quando il conglomerato cementizio deve essere gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori, necessari per impedire che l'acqua lo

dilavi e ne pregiudichi il normale consolidamento. L'onore di tali accorgimenti è a carico dell'Impresa.

La temperatura del conglomerato cementizio all'atto del getto dovrà essere compresa tra 278 K e 303 K.

Precauzioni particolari per l'esecuzione dei getti durante la stagione fredda È escluso di norma l'impiego di prodotti antigelo da aggiungere agli impasti.

La temperatura dell'impasto, all'atto della posa in opera, non deve in nessun caso essere inferiore a 13°C per il getto di sezioni strutturali di spessore minore di 20 cm, e 10°C negli altri casi. Per ottenere tali temperature, occorrerà, se necessario, provvedere al riscaldamento preventivo degli inerti e dell'acqua di impasto. Si dovrà evitare che l'acqua venga a contatto diretto con il cemento, qualora la temperatura della stessa sia superiore ai 40°C.

L'acqua di impasto potrà essere riscaldata sino a 60 °C con i mezzi ritenuti più idonei allo scopo. Nel caso di riscaldamento dell'acqua e degli aggregati, questi non devono superare i 40 °C sia per l'acqua sia per gli aggregati.

Quando la temperatura dell'acqua superi i 40°C si adotterà la precauzione di immettere nella betoniera dapprima la sola acqua con gli inerti, e di aggiungere poi il cemento quando la temperatura della miscela acqua + inerti sarà scesa al di sotto di 40°C.

Si eviterà inoltre che gli inerti abbiano temperatura inferiore agli 0° C e si farà in modo che l'impasto in uscita abbia una temperatura compresa tra 10 e 15°C. A questo scopo le temperature degli impasti dovranno essere misurate all'uscita delle betoniere, a mezzo di termometri.

Durante la stagione fredda, il tempo per lo scassamento delle strutture deve essere protratto, per tener conto del maggior periodo occorrente al raggiungimento delle resistenze necessarie (almeno 0,20 Rck e comunque superiore a 50 kg/cm²). Fino al momento del disarmo, si deve controllare, per mezzo di termometri introdotti in fori opportunamente predisposti nelle strutture, che la temperatura del conglomerato non scenda al di sotto dei +5°C.

Si potranno proteggere i getti, quando la temperatura dopo il getto scende al di sotto di - 5 °C, con coperture in teli impermeabili e riscaldatori a vapore o ad aria calda umidificata. In questo caso sarà riconosciuto un prezzo di addizionale al calcestruzzo gettato.

In ogni caso è vietata l'esecuzione di getti all'aperto quando la temperatura ambiente sia inferiore a -5 °C. Il costo relativo al riscaldamento del calcestruzzo sarà completamente a carico dell'Appaltatore.

3.24 PRECAUZIONI PARTICOLARI PER L'ESECUZIONE DEI GETTI DURANTE LA STAGIONE CALDA

Durante la stagione calda bisognerà particolarmente curare che la temperatura dell'impasto non venga a superare i 30°C. Bisognerà a questo scopo impedire l'eccessivo riscaldamento degli aggregati, sia proteggendo opportunamente i depositi sia mantenendo continuamente umidi gli inerti (in modo che l'evaporazione continua dell'acqua alla superficie degli stessi ne impedisca il surriscaldamento). Qualora la temperatura dell'impasto non possa venire mantenuta al di sotto di 30°C, i getti debbono essere sospesi, a meno che non venga aggiunto agli impasti un opportuno ed efficace additivo plastificante - ritardante, atto ad eliminare gli inconvenienti dell'elevata temperatura.

Durante la stagione calda deve essere eseguito un controllo più frequente della consistenza. La stagionatura dei conglomerati dovrà essere effettuata in ambiente tenuto continuamente umido e protetto dal sovrariscaldamento in luogo della bagnatura, le superfici dei getti possono essere trattate con speciali vernici antievaporanti.

Il costo relativo al raffreddamento o riscaldamento del calcestruzzo sarà completamente a carico dell'Appaltatore.

3.25 FINITURA DELLE SUPERFICI DEL CALCESTRUZZO

Per quelle strutture in calcestruzzo che dovranno restare in vista o avranno funzioni idrauliche, dovranno essere particolarmente curate le proporzioni degli impasti e le modalità del getto. Dovrà essere escluso un aumento del rapporto effettivo acqua-cemento oltre il valore di 0,45 e la lavorabilità necessaria deve raggiungersi con l'aggiunta di fluidificanti. La posa in opera dovrà essere molto curata ed il getto dell'impasto nel cassero effettuato a piccoli quantitativi. La vibratura dovrà essere ininterrotta per tutta la durata del getto. In particolare, dovrà essere curato il distanziamento dell'armatura in ferro dal fondo delle casseforme.

In relazione alla finitura superficiale dei getti si adotteranno 4 classi caratteristiche di valutazione realizzate sulla base delle indicazioni dei disegni. Tutte le irregolarità superficiali continue saranno rilevate con righello di 1,50 m. Tutti i difetti riscontrati verranno eliminati non appena disarmate le casseforme, dopo l'ispezione della Direzione Lavori. La definizione di ciascuna classe di finitura è la seguente:

- F1: si applica alle superfici che saranno ricoperte con terra o materiale di riempimento ed avrà le seguenti caratteristiche: irregolarità superficiali 2,5 cm;
- F2: si applica alle superfici non sempre esposte alla vista e che non richiedano una finitura maggiore, ed alle superfici che sono destinate ad essere intonacate: irregolarità superficiali brusche 0,5 cm; irregolarità superficiali continue 1,5 cm;
- F3: si applica alle superfici destinate a rimanere esposte alla vista o a contatto con liquidi in movimento: irregolarità superficiali brusche 0,2 cm; irregolarità superficiali continue 1,0 cm;

- F4: si applica alle superfici che richiedono particolare precisione, alle facce degli elementi prefabbricati, piattaforme di supporto di macchinari ed opere idrauliche: irregolarità superficiali brusche e continue 0,1 cm.

È facoltà della Direzione Lavori esigere, soprattutto per le finiture F3 ed F4, campionature sul posto onde poter definire le caratteristiche più opportune delle casseforme, il sistema di disarmo, la troncatura e sfilaggio dei tiranti metallici d'ancoraggio ecc. per realizzare il grado di finitura richiesto. Salvo riserva di accettazione da parte della Direzione Lavori, l'Appaltatore eseguirà a sue spese quei lavori di sistemazione delle superfici che si rendessero necessari per difetti od irregolarità maggiori di quelli ammessi per ogni grado di finitura. In particolare per quelle strutture che richiedano gradi di finitura F3 ed F4 si dovrà ricorrere a sgrossatura con mola elettrica, stuccatura e successiva smerigliatura con mola delle superfici.

3.26 STAGIONATURA E DISARMO

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

A questo fine tutte le superfici non protette dalle casseforme dovranno essere mantenute umide fino al termine della presa del conglomerato cementizio per almeno 6 giorni, sia per mezzo di prodotti antievaporanti (curing), da applicare a spruzzo subito dopo il getto, sia mediante continua bagnatura, sia con altri sistemi idonei.

I prodotti antievaporanti (curing) ed il loro dosaggio dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori. Le loro caratteristiche dovranno essere conformi a quanto indicato nella Norma UNI 8656: tipi 1 e 2.

La costanza della composizione dei prodotti antievaporanti dovrà essere verificata, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, al momento del loro approvvigionamento. In particolare per le solette, che sono soggette all'essiccamento prematura ed alla fessurazione da ritiro plastico che ne deriva, è fatto obbligo di applicare sistematicamente i prodotti antievaporanti di cui sopra. È ammesso in alternativa l'impiego, anche limitatamente ad uno strato superficiale di spessore non minore di 20 cm, di conglomerato cementizio rinforzato da fibre di resina sintetica di lunghezza da 20 a 35 mm, di diametro di alcuni millesimi di millimetro aggiunti nella betoniera e dispersi uniformemente nel conglomerato cementizio, in misura di 0,5 - 1,5 kg/m³.

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

È l'insieme di precauzioni che, durante il processo di indurimento, permette di trasformare l'impasto fresco in un materiale resistente e durevole.

I metodi di stagionatura e la loro durata dovranno essere tali da garantire:

- la prescritta resistenza e durabilità del calcestruzzo indurito;
- la limitazione della formazione di fessure o cavillature in conseguenza del ritiro per rapida essiccazione delle superfici di getto o per sviluppo di elevati gradienti termici all'interno della struttura.

Nella tabella 7.1 sono riportati le durate minime di stagionatura, in giorni, per strutture esposte nelle classi di esposizione X0, XC e XA1.

Tabella 7.1 - Durata minima della stagionatura protetta (giorni)

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									
I) Non esposto ad insolazione diretta ; Umidità relativa UR dell'aria circostante 80%	2	2	1	3	3	2	3	3	2
II) Insolazione diretta media o vento di media velocità o UR >50%	4	3	2	6	4	3	8	5	4
III) Insolazione intensa o vento di forte velocità o UR <50%	4	3	2	8	6	5	10	8	5

La velocità di sviluppo della resistenza del calcestruzzo è indicata in tabella 7.2.

Tabella 7.2 - Velocità di sviluppo della resistenza del calcestruzzo

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

Le durate di stagionatura di tabella 7.1 dovranno essere adeguatamente aumentate per condizioni ambientali più gravose di quelle corrispondenti alle classi X0, XC e XA1.

Le indicazioni sopra riportate relative alle condizioni di stagionatura per conseguire una adeguata impermeabilità dello strato superficiale non prendono in considerazione gli aspetti della sicurezza strutturale in relazione ai quali potrà essere stabilito un tempo minimo di stagionatura per raggiungere la resistenza voluta alla rimozione dei casseri.

Nel caso siano previste, nelle 24 ore successive al getto durante la fase di stagionatura, temperature dell'aria con valori minori di 5°C o maggiori di 35°C, l'Appaltatore dovrà utilizzare esclusivamente casseri in legno o coibentati sull'intera superficie del getto ed eventualmente teli isolanti.

Tutte le superfici dovranno essere mantenute umide per almeno 48 ore dopo il getto mediante utilizzo di prodotti filmogeni applicati a spruzzo conformi alle norme UNI ovvero continua bagnatura con serie di spruzzatori d'acqua o con altri idonei sistemi.

Qualora il prodotto filmogeno venga applicato su una superficie di ripresa, prima di eseguire il successivo getto si dovrà procedere a ravvivare la superficie.

Nel caso di superfici con finiture a faccia vista dovrà essere evitato qualunque ristagno d'acqua sulla superficie a vista durante la stagionatura.

Durante il periodo di stagionatura protetta si dovrà evitare che i getti subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

I metodi di stagionatura proposti dal Progettista dovranno essere preventivamente sottoposti all'esame del Direttore dei Lavori.

Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali nella sezione trasversale delle strutture non provochino fessure o cavillature tali da compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito.

Se prescritto dal Progettista, tali variazioni termiche potranno essere verificate direttamente nella struttura mediante serie di termocoppie predisposte all'interno del cassero.

Anche se non è possibile stabilire esatti limiti per le differenze di temperatura accettabili nelle sezioni trasversali in fase di indurimento, poiché esse dipendono dalla composizione dell'impasto, dalle caratteristiche di sviluppo della resistenza, dalla forma geometrica dell'elemento strutturale e dalla velocità con la quale il manufatto, dopo la rimozione dei casseri, raggiunge l'equilibrio termico con l'ambiente, per limitare le tensioni di origine termica dovranno essere rispettati i limiti seguenti:

- - una differenza massima di 20°C sulla sezione durante il raffreddamento dopo la rimozione dei casseri;
- - una differenza massima di 15°C attraverso i giunti di costruzione e per strutture con sezioni di dimensioni molto variabili.

Accelerazione dei tempi di stagionatura

La maturazione accelerata con trattamento termico dei calcestruzzi gettati in opera è normalmente esclusa; essa sarà permessa solo qualora siano state condotte indagini sperimentali sul tipo di trattamento termico che si intende adottare.

Dovranno comunque essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- la durata di prestagionatura, alla temperatura massima di 30 °C, non dovrà essere minore di tre ore (in genere dalle 4 alle 5 ore);
- i gradienti termici non dovranno superare il valore di 20°C/ora durante il riscaldamento e 10 °C/ora durante il raffreddamento; essi dovranno essere ulteriormente ridotti qualora non sia verificata la condizione di cui al successivo punto d);

- la temperatura all'interno del calcestruzzo non dovrà superare in media i 60 °C, con valore puntuale massimo non superiore a 65°C;
- la differenza di temperatura tra quella massima all'interno del calcestruzzo e quella alla superficie non dovrà superare 20 °C;
- durante tutta la procedura di maturazione forzata e durante il raffreddamento il calcestruzzo sarà protetto contro le perdite di umidità.

In ogni caso i provini per la valutazione della resistenza caratteristica a 28 giorni, nonché della resistenza raggiunta al momento del taglio di trefoli o fili aderenti, dovranno essere maturati nelle stesse condizioni termoigrometriche della struttura, secondo quanto previsto dalla Norma UNI 6127 al punto 3.1.3.

Ripristini e stuccature

Nessun ripristino o stuccatura potrà essere eseguito dopo il disarmo del calcestruzzo senza il preventivo controllo del Direttore dei Lavori, che dovrà autorizzare i materiali, proposti dal Progettista, da utilizzare per l'intervento.

3.27 MATURAZIONE ACCELERATA A VAPORE

La maturazione accelerata a vapore deve essere eseguita osservando le prescrizioni che seguono secondo il disposto del punto 10.7 della Norma UNI 9858/91:

- la temperatura del conglomerato cementizio, durante le prime 3 h dall'impasto non deve superare
- 303 K, dopo le prime 4 h dall'impasto non deve superare 313 K;
- il gradiente di temperatura non deve superare 20 K/h;
- la temperatura massima del calcestruzzo non deve in media superare 333 K (i valori singoli devono essere minori di 338 K);
- il calcestruzzo deve essere lasciato raffreddare con un gradiente di temperatura non maggiore di 10 K/h;
- durante il raffreddamento e la stagionatura occorre ridurre al minimo la perdita di umidità per evaporazione.

3.28 DISARMO E SCASSERATURA

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

La rimozione delle armature di sostegno dei getti dovrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito nelle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5.11.1971 n° 1086 (D.M. 27.7.1985 e successivi aggiornamenti).

3.29 PROTEZIONE DOPO LA SCASSERATURA

Si richiama integralmente la Norma UNI 9858/91; al fine di evitare un prematuro essiccamento dei manufatti dopo la rimozione delle casseforme, a seguito del quale l'indurimento è ridotto e il materiale risulta più poroso e permeabile, si dovrà procedere ad una stagionatura da eseguire con i metodi sopra indicati.

La durata della stagionatura, intesa come giorni complessivi di permanenza nei casseri e di protezione dopo la rimozione degli stessi, va determinata in base alle indicazioni dei prospetti XII e XIII della Norma UNI 9858.

3.30 PREDISPOSIZIONE DI FORI, TRACCE, CAVITÀ, AMMORSATURE, ONERI VARI

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

L'onere relativo è compreso e compensato nei prezzi unitari e pertanto è ad esclusivo carico dell'Impresa.

Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte dalla Direzione Lavori, saranno a totale carico dell'Impresa, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni di opere di spettanza dell'Impresa stessa, sia per quanto riguarda le eventuali opere di adattamento di infissi o impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore manodopera occorrente da parte dei fornitori. Per l'assistenza alla posa in opera di apparecchi forniti e posti in opera da altre Ditte l'Impresa sarà compensata con i relativi prezzi di elenco.

La Direzione Lavori potrà prescrivere che le murature in conglomerato cementizio vengano rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, laterizi od altri materiali da costruzione; in tal caso i getti dovranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentire l'adattamento e l'ammorsamento.

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

3.31 PROVA SUI MATERIALI E SUL CONGLOMERATO CEMENTIZIO FRESCO

Fermo restando quanto stabilito al precedente punto 7.7 riguardo alla resistenza dei conglomerati cementizi, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di prelevare, in ogni momento e quanto lo ritenga opportuno, ulteriori campioni di materiali o di conglomerato cementizio da sottoporre ad esami o prove di laboratorio.

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

La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono di Abrams (slump), come disposto dalla Norma UNI 9418/89. Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi fra cm 2 e cm 20. Per abbassamenti inferiori a cm 2 si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo la Norma UNI 8020/89, o con l'apparecchio VEBE secondo la Norma UNI 9419/89. La prova di omogeneità verrà eseguita vagliando ad umido due campioni di conglomerato, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglio quadra diametro 4.

La percentuale in peso di materiale grosso nei due campioni non dovrà differire più del 10%. Inoltre lo slump dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire più di cm 3.

La prova del contenuto d'aria è richiesta ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante e comunque dovrà essere effettuata almeno una volta per ogni giorno di getto. Essa verrà eseguita secondo la Norma UNI 6395/72.

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

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

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

3.32 STRUTTURE A TENUTA IDRAULICA

Per garantire sia il requisito di durabilità che quello di tenuta idraulica, in accordo anche ai dettami della norma UNI 11104:

Per le strutture idrauliche degli impianti di depurazione occorre valutare attraverso un'analisi chimica delle acque la presenza di eventuali sostanze che possono promuovere il degrado del calcestruzzo o delle armature. Nel caso in esame si adotterà la classe XA2 prevista in caso di strutture esposte ad ambiente aggressivo per attacco chimico, con impiego di cementi resistenti ai solfati.

Resta, infine, da segnalare che l'ottenimento del requisito di tenuta idraulica può essere conseguito solo se, **unitamente alla scelta di un conglomerato impermeabile, si predispongono in corrispondenza delle riprese di getto tra fondazione e muri verticali degli opportuni profili water-stop in gomma idrofila, finalizzati a garantire la tenuta idraulica anche in corrispondenza di queste sezioni singolari.**

Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato

A1) Acqua di impasto conforme alla UNI-EN 1008

A2) Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI-EN 934-2

A3) Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI-EN 934-2

A4) Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI-EN 12620 e 8520-2. Assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI-EN 932-3 e UNI 8520/2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2.

A5) Cemento conforme alla norma UNI-EN 197-1

A6) Ceneri volanti e fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI-EN 450 e UNI-EN 13263 parte 1 e 2.

Prescrizioni per il calcestruzzo

B0) In accordo alle Norme Tecniche sulle Costruzioni (D.M.17/01/18) il calcestruzzo dovrà essere prodotto in impianto dotato di un **Sistema di Controllo della Produzione (FPC)** effettuata in accordo a quanto contenuto nelle Linee Guida sul Calcestruzzo Preconfezionato (2003) certificato da un organismo terzo indipendente autorizzato.

B1) Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)

B2) Classi di esposizione ambientale: XC4, XA2.

B3) Rapporto a/c max: 0.60 e 0.55

B4) Classe di resistenza a compressione minima: C25/30 e C28/35

B5) Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m³)

B6) Dosaggio minimo di cemento: 300 kg/m³ e 320 kg/m³

B7) Aria intrappolata: max. 2,5%

B9) Diametro massimo dell'aggregato: 32 mm (Per interferri inferiori a 35 mm utilizzare aggregati con pezzatura 20 mm)

B10) Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0.4

B11) Classe di consistenza al getto S4 o slump di riferimento 210 ± 30 mm

B12) Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0.1%

B13) Profondità media della penetrazione di acqua (UNI-EN 12390-8): 10 mm

Prescrizioni per la struttura

C1) Copriferro minimo: 20 mm e 45 mm

C2) Scassero oppure durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non cassetata con geotessile bagnato ogni 24 ore (o con altro metodo di protezione equivalente): **7 giorni**

C3) Utilizzo di profili water-stop a cordone in gomma idrofila in corrispondenza delle riprese di getto verticali e orizzontali

3.33 PAVIMENTAZIONI E PLATEE ESPOSTE ALL'ESTERNO

Pavimentazioni/platee in c.a. esposte agli agenti atmosferici

La realizzazione di pavimentazioni funzionali e durevoli per l'intera vita nominale non può prescindere dall'impiego di un calcestruzzo di eccellente qualità, ma è altresì fortemente dipendente:

- **da una accurata progettazione della piastra** in funzione dei carichi statici e dinamici agenti (carichi fissi trasmessi dalle scaffalature, oppure mobili derivanti dal passaggio di veicoli su ruote quali carrelli elevatori, automobili e autotreni). Allo scopo si potranno consultare i metodi di calcolo suggeriti dalla norma UNI 11146. Salvo situazioni eccezionali, la progettazione della lastra avviene a sezione interamente reagente escludendo la parzializzazione e, quindi, la comparsa delle fessurazioni. Per questa ragione l'armatura in forma di rete elettrosaldata presente nelle pavimentazioni in calcestruzzo non ha funzioni strutturali, ma ha il compito di controllare i movimenti di natura termo-igrometrica nelle sezioni di giunto. Per conseguire questo obiettivo la rete deve essere posizionata ad una distanza dall'estradosso della lastra pari a circa 1/3 dello spessore del pavimento ricorrendo all'utilizzo di opportuni distanziatori o tralicci;
- **da una adeguata preparazione del terreno di sottofondo** finalizzata ad ottenere una portanza sufficiente, in relazione ai carichi in gioco, ad impedire cedimenti eccessivi che producano la fessurazione del conglomerato. Allo scopo, circa i valori minimi del coefficiente di Winkler da adottare si rimanda alla norma UNI 11146 sopramenzionata, tenendo conto che **in linea di massima il modulo di reazione del sottofondo non dovrebbe essere inferiore a 0.06 N/mm³ (6 kg/cm³) e in presenza di carichi concentrati rilevanti (come quelli che si realizzano nei magazzini con scaffalature di notevole altezza) K dovrebbe risultare almeno pari a 0.1 N/mm³ (10 kg/cm³)**. In presenza di terreni di caratteristiche geo-meccaniche scadenti (con modulo di reazione di sottofondo inferiore ai valori sopramenzionati) è da prendere in esame la necessità di procedere ad una stabilizzazione mediante calce e/o cemento oppure alla realizzazione di strati di misto granulare o cementato per incrementarne la portanza;

- **da una oculata progettazione ed esecuzione dei giunti** di contrazione, isolamento e di costruzione. Prima del getto del calcestruzzo occorre predisporre opportuni giunti di isolamento per svincolare il pavimento dalle strutture che lo delimitano quali muri di tamponamento, muri di corpi scala, cordoli di collegamento delle fondazioni, cordoli di recinzione e pilastri. La realizzazione del giunto consiste nel predisporre sulla parete dell'elemento in contatto con il pavimento uno strato di materiale deformabile di altezza almeno pari a quella del pavimento e di spessore sufficiente ad assecondare l'allungamento prodotto dall'aumento di temperatura diurno o stagionale. Durante la realizzazione del getto, inoltre, se l'estensione della pavimentazione è rilevante da richiedere l'interruzione giornaliera delle operazioni di betonaggio e la ripresa il giorno (o i giorni) successivo occorre realizzare un giunto di costruzione. Relativamente a questo aspetto esistono diverse modalità realizzative delle quali la più diffusa è quella basata sull'utilizzo di barrotti lisci disposti perpendicolarmente alla interruzione del getto nella mezzera della piastra. I barrotti di acciaio liscio e diametro variabile tra 20 e 30 mm in funzione dello spessore del pavimento debbono essere lunghi almeno 60 cm e disposti ad interasse di circa 30 cm (3 x ml). La porzione del barrotto annegata nella pavimentazione realizzata il giorno dell'interruzione del getto deve essere ancorata al calcestruzzo; mentre l'altra metà annegata nella porzione di pavimento realizzata il giorno successivo viene desolidarizzata "incappucciandola" con una guaina di plastica (ad esempio, con le canaline utilizzate dagli elettricisti). Ad indurimento avvenuto, infine, e comunque entro le 48 ore dall'esecuzione dei getti (24 ore nel periodo estivo) occorre realizzare i giunti di contrazione mediante taglio con sega a disco diamantato. La profondità dei tagli deve risultare almeno pari ad un quarto dello spessore del pavimento evitando che durante la loro esecuzione si tagli la rete elettrosaldata. La distanza tra due tagli contigui, salvo più calcoli più accurati, deve essere all'incirca non superiore a 3.5 m e 4.0 m rispettivamente per pavimenti all'interno e all'esterno. Nella realizzazione dei giunti si deve evitare che le campiture posseggano forme rettangolari allungate garantendo che il rapporto tra i due lati sia maggiore di 2/3;
- **da un corretto smaltimento delle acque piovane** nelle pavimentazioni all'esterno al fine di evitare degradi precoci in particolar modo nelle zone a clima rigido. Inoltre, occorre evitare che l'acqua possa imbibire la massicciata e risalire per capillarità verso l'estradosso del pavimento. Questo obiettivo si può conseguire predisponendo un foglio di politene sulla massicciata prima del getto del conglomerato. Inoltre, per evitare pericolosi ristagni d'acqua sulla superficie del pavimento occorre realizzare pendenze almeno pari allo 1.5%.
- Alle prescrizioni sopramenzionate relative alla progettazione e alla esecuzione dell'opera occorre associare quelle relative al conglomerato cementizio.

Per le pavimentazioni all'esterno in clima rigido esposte al trattamento con sali disgelanti esiste il rischio di aggressione del calcestruzzo ad opera sia dei cicli di gelo-disgelo che dei sali disgelanti. Pertanto, per queste pavimentazioni, in classe di esposizione XF4 in accordo alla UNI 11104 occorre impiegare calcestruzzo con classe di resistenza minima di C28/35, confezionati con additivi aeranti e aggregati non gelivi. Al pari dei calcestruzzi facciavista i conglomerati destinati al settore delle pavimentazioni necessitano di prescrizioni stringenti sulla presenza negli aggregati di sostanze

organiche leggere in quanto queste rifluendo verso la superficie riducono la resistenza all'abrasione del pavimento. Per lo stesso motivo nei calcestruzzi per pavimenti occorre diminuire il bleeding per evitare che la resistenza all'abrasione superficiale della piastra venga compromessa. Relativamente alla classe di consistenza del calcestruzzo per pavimenti essa dipende dalle modalità di realizzazione della piastra. Quando la stesa del conglomerato avviene manualmente occorre utilizzare calcestruzzi superfluidi con uno slump di riferimento di 230 mm. In alternativa alla misura dello slump si potrà utilizzare la classe di consistenza S5 o la classe di spandimento misurata alla tavola a scosse prescrivendo conglomerati di classe di spandimento F4 o F5. Inoltre, al fine di limitare i tempi di attesa per le operazioni di finitura è opportuno prescrivere l'impiego di cementi di classe 42.5R.

Nei calcestruzzi per pavimenti, infine, risulta fondamentale limitare il rischio di reazioni alcali-aggregato all'interfaccia strato di usura-piastra di calcestruzzo. Per questo motivo occorre adottare prescrizioni più stringenti di quelle richieste, relativamente a questo aspetto, per altre tipologie strutturali:

- escludendo aggregati che all'esame petrografico presentino forme alcali-reattive;
- impiegando nel confezionamento del calcestruzzo cementi pozzolanici oppure Portland composti con aggiunte di ceneri volanti in misura non inferiore a 50 kg/m³;
- in zone ove il rischio di reazione alcali-aggregato è particolarmente elevato, come accade lungo le regioni della fascia adriatica, impiegando spolveri confezionati con aggiunta di fumo di silice o con cementi pozzolanici alle ceneri.

Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato

A1) Acqua di impasto: conforme alla UNI-EN 1008

A2) Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI-EN 934-2

A3) Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI-EN 934-2

A3.1) Additivo aerante conforme al prospetto 5 della norma UNI-EN 934-2

A4) Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI-EN 12620 e 8520-2.

In particolare:

Assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI-EN 932-3 e UNI 8520/2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2;

Aggregati non gelivi aventi assorbimento d'acqua inferiore all'1% o appartenenti alle classi F1 o MS18 in accordo alla UNI-EN 12620

A5) Cemento conforme alla norma UNI-EN 197-1.

A6) Fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI-EN 13263 parte 1 e 2. Cenere volante conforme alla UNI-EN 450.

Prescrizioni per il calcestruzzo

B0) In accordo alle Norme Tecniche sulle Costruzioni (D.M.17/01/18) il calcestruzzo dovrà essere prodotto in impianto dotato di un **Sistema di Controllo della Produzione (FPC)** effettuata in accordo a quanto contenuto nelle Linee Guida sul Calcestruzzo Preconfezionato (2003) certificato da un organismo terzo indipendente autorizzato.

B1) Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)

B2) Classi di esposizione ambientale: XF4 (UNI 11104)

B3) Rapporto a/c max: 0.45

B4) Classe di resistenza a compressione minima: C(28/35)

B5) Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m³)

B6) Dosaggio minimo di cemento: 360 kg/m³

B7) Aria inglobata: 6.0 ± 1 %

B8) Diametro massimo dell'aggregato: 32 mm

B9) Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0.2

B10) Classe di consistenza al getto: S4 o slump di riferimento 210 ± 30 mm

B11) Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): $< 0.1\%$ (oppure 0.5 l/m²/h)

3.34 ARMATURE PER C.A.

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto tassativamente l'impiego di opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio o in materiale plastico; lungo le pareti verticali si dovrà ottenere il necessario distanziamento esclusivamente mediante l'impiego di distanziatori ad anello; sul fondo dei casseri dovranno essere impiegati distanziatori del tipo approvato dalla Direzione Lavori. L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate.

Copriferro ed interferro dovranno essere dimensionati nel rispetto del disposto di cui alle Norme di esecuzione per c.a. e c.a.p., contenute nelle "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" (D.M. 27.7.1895 e successivi aggiornamenti) emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5.11.1971 n° 1086 e del DM 17 gennaio 2018.

Lo spessore del copriferro, in particolare, dovrà essere correlato allo stato limite di fessurazione del conglomerato, in funzione delle condizioni ambientali in cui verrà a trovarsi, la struttura e comunque non dovrà essere inferiore a cm 4. Per strutture ubicate in prossimità di litorali marini o in presenza di acque con componenti di natura aggressiva (acque selenitose, solforose, carboniche, ecc), la distanza minima delle superfici metalliche delle armature dalle facce esterne del

conglomerato dovrà essere di cm 4. Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a mm 0,6, in modo da garantire la invariabilità della geometria della gabbia durante il getto; l'Impresa dovrà adottare inoltre tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto. È a carico dell'Impresa l'onere della posa in opera delle armature metalliche anche in presenza di acqua o fanghi bentonitici.

L'Appaltatore provvederà all'esecuzione dei piani di dettaglio delle armature (contenenti le liste dei ferri con le quantità in peso corrispondenti alle diverse posizioni) in base ai piani di progetto.

Le armature dovranno essere fissate nelle casseforme nella loro posizione finale (per mezzo di piastrine distanziatrici o dispositivi analoghi) e legate con filo di ferro strettamente una all'altra in modo da formare una gabbia rigida.

Le sbarre dovranno essere pulite dalla ruggine e dai residui di tinta e di olii che ne possano pregiudicare l'aderenza.

Per quanto si riferisce al ricoprimento dei ferri, sovrapposizioni, piegature e ganci, varranno le norme del vigente regolamento per le strutture in c.a. In ogni caso in corrispondenza di superfici di calcestruzzo a contatto con i liquami, il ricoprimento dei ferri non deve essere inferiore ai 4 cm dal perimetro esterno delle barre di armatura.

La D.L. si riserva il diritto di interrompere i getti e di far demolire, a cura e spese dell'Appaltatore, le parti eseguite qualora non fossero verificate le condizioni di cui sopra.

Per ogni carico di ferro d'armatura che dovrà essere utilizzato nell'opera o nell'impianto, dovrà essere fornito anche un certificato del fabbricante del ferro che attesti la qualità e la idoneità del ferro secondo Specifiche di Regolamento.

In ogni caso la D.L. richiederà prove sui ferri secondo il regolamento vigente o prove aggiuntive; nel caso che durante le prime prove le caratteristiche del ferro non fossero conformi, resta stabilito che il ferro che non raggiunga le caratteristiche richieste non verrà impiegato nelle opere e dovrà essere allontanato dal cantiere.

Tutti gli oneri derivanti all'Appaltatore per certificati e prove di cui sopra, sono a suo carico.

L'acciaio da c.a. è del tipo B450C saldabile conforme al DM 17.01.2018 e dalle seguenti caratteristiche:

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento f_y	≥ 450 MPa
Limite di rottura f_t	≥ 540 MPa
Allungamento totale al carico massimo A_{gt}	$\geq 7,5\%$
Rapporto f_t/f_y	$1,15 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_y \text{ misurato} / f_y \text{ nom}$	$\leq 1,25$
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico*	3 cicli/sec (deformazione $1,5 \div 4 \%$)
Idoneità al raddrizzamento dopo piega*	Mantenimento delle proprietà meccaniche superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995
Controllo radiometrico**	D. Lgs. 241/2000
* = prove periodiche annuali	
** = controllo per colata	

I controlli di accettazione dovranno essere eseguiti per ogni fornitura in relazione al lotto di produzione per tre spezzoni dello stesso diametro e per ogni tipo di elemento strutturale, **prima della posa in opera.**

Si rimanda al capitolo 11.3.2.10 "Procedure di controllo per acciai da calcestruzzo armato normale – barre e rotoli" delle NTC 2018 per i dettagli del caso.

La prova di permeabilità verrà eseguita misurando il percolamento d'acqua attraverso provini sottoposti a pressione d'acqua su una faccia o, se disponibile, secondo il metodo di Figg.

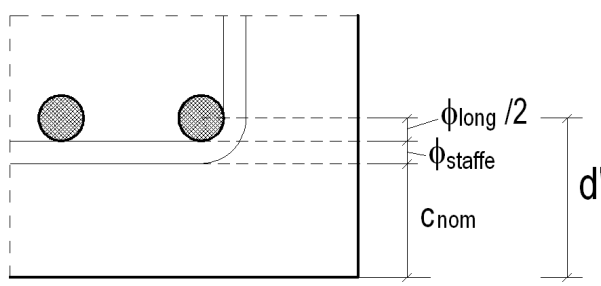
La prova di assorbimento d'acqua alla pressione atmosferica verrà eseguita secondo il procedimento UNI 7699.

La prova di scagliatura verrà eseguita secondo la relativa Norma UNI in preparazione.

La prova di penetrabilità dello ione cloruro o solfato verrà eseguita secondo la UNI 7928 o rispettivamente 8019.

Il copriferro nominale deve essere specificato in tutte le tavole di progetto e nei documenti di calcolo.

L'EC 2 definisce COPRIFERRO NOMINALE (C_{nom}) la distanza tra la superficie dell'armatura più esterna e la faccia del calcestruzzo più prossima.



Nella tabella seguente sono riassunti i valori dei prospetti 4.4N e 4.5N dell'EC2, che si riferiscono a strutture con vita nominale di 50 e 100 anni.

CLASSE D'ESPOSIZIONE AMBIENTALE	SPESSORE MINIMO DI COPRIFERRO ($c_{min,dur}$)
---------------------------------	---

	VITA NOMINALE 50 ANNI		VITA NOMINALE 100 ANNI	
	C.A.	C.A.P.	C.A.	C.A.P.
XC1	15	25	25	35
XC2, XC3	25	35	35	45
XC4	30	40	40	50
XS1, XD1	35	45	45	55
XS2, XD2	40	50	50	60
XS3, XD3	45	55	55	65

Spessori minimi del copriferro secondo i prospetti 4.4N e 4.5N dell'EC 2:2005.

Nel caso di calcestruzzi a contatto con superfici irregolari, i valori del c_{min} debbono essere incrementati per tener conto delle maggiori tolleranze di esecuzione previste.

L'incremento è proporzionale all'entità delle prevedibili irregolarità.

Il copriferro minimo deve essere almeno pari a 40 mm per un calcestruzzo gettato in opera contro terreni.

CLASSE	ABBASSAMENTO AL CONO
S1	10 ÷ 40 mm
S2	50 ÷ 90 mm
S3	100 ÷ 150 mm
S4	160 ÷ 210 mm
S5	> 220* mm

* è consigliabile definire un limite superiore

3.35 ARMATURA DI PRECOMPRESSIONE

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

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

Oltre a quanto prescritto dalle vigenti norme di legge si precisa che, nella posa in opera delle armature di precompressione, l'Impresa dovrà assicurarne l'esatto posizionamento mediante l'impiego di appositi supporti, realizzati per esempio con pettini in tondini di acciaio.

Valori di resistenza delle barre per c.a.p..

Tipo di acciaio	Barre	Fili	Trefoli	Trefoli a fili sagomati	Trecce
Tensione caratteristica di rottura f_{pk} N/mm ²	≥ 1000	≥ 1570	≥ 1860	≥ 1820	≥ 1900
Tensione caratteristica allo 0,1% di deformazione residua $f_{p(0,1)}$ k N/mm ²	.....	≥ 1420	.....	.....	.....
Tensione caratteristica all'1% di deformazione totale $f_{p(1)}$ k N/mm ²	.....	.....	≥ 1670	≥ 1620	≥ 1700
Tensione caratteristiche di snervamento f_{yk} N/mm ²	≥ 800	.....	.....	.....	.....
Allungamento sotto carico massimo A_{gt}	≥ 3,5	≥ 3,5	≥ 3,5	≥ 3,5	≥ 3,5

3.36 PROTEZIONE CATODICA DELLE SOLETTE DI IMPALCATO DI PONTI E VIADOTTI

Di norma la Società provvede direttamente, tramite Impresa specializzata, alla fornitura e posa in opera degli impianti per la protezione catodica delle solette di impalcato di ponti e viadotti.

Qualunque sia la tipologia dell'impianto l'Impresa dovrà tenere conto, nei propri programmi di lavoro, dei tempi occorrenti per la loro fornitura e posa in opera, e dovrà coordinarsi in tal senso con l'Impresa specializzata.

L'impresa, dietro formale richiesta della Direzione lavori resta obbligata inoltre a prestare assistenza alla posa in opera degli impianti.

3.37 METODO DI FIGG PER LA DETERMINAZIONE DEL GRADO DI PERMEABILITÀ ALL'ARIA DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO

Il metodo di Figg è diretto a fornire elementi di giudizio sulla capacità del conglomerato cementizio a resistere agli attacchi chimico-fisici dell'ambiente.

La prova si basa sul fatto che la relazione esistente tra un gradiente di depressione, creato in un foro di un blocco di conglomerato cementizio, ed il tempo necessario perché tale gradiente si annulli, è pressoché lineare.

3.38 APPARECCHIATURE E MATERIALI IMPIEGATI NELLA PROVA

- Trapano a bassa velocità dotato di sistema di bloccaggio della profondità, con punte da mm 10 e mm 12 di diametro;
- cilindri in gomma del diametro di mm 12 e altezza di mm 10;
- aghi ipodermici;
- calibratore di pressione dotato di pompa manuale per il vuoto con le apposite tubazioni per la connessione del sistema agli aghi ipodermici;
- silicone;
- n. 2 cronometri.

3.39 METODOLOGIA DI PROVA

Per eseguire la prova occorre delimitare un'area triangolare avente i lati di cm 10; in corrispondenza dei tre vertici dovranno essere realizzati, perpendicolarmente alla superficie del conglomerato cementizio, dei fori da mm 40 di profondità aventi diametro di mm 12 per i primi mm 20 e diametro di mm 10 per i restanti mm 20. Nella parte superiore dal foro viene inserito un cilindro in gomma, di diametro uguale a quello del foro, opportunamente siliconato sulla superficie laterale per favorire l'adesione alle pareti di conglomerato cementizio, e risolvere completamente la parte inferiore del foro. Quest'ultima viene raggiunta con un ago ipodermico, tramite il quale viene creata una depressione di poco superiore a 0,55 bar. La prova consiste nel misurare il tempo occorrente per ottenere un incremento di pressione da -0,55 a -0,50 bar.

Per conglomerati cementizi poco permeabili ($T > 3000$ s), vista la proporzionalità indiretta tra tempo e pressione, la suddetta determinazione può essere assunta pari a cinque volte il tempo parziale corrispondente alla variazione di pressione tra -0,55 e -0,54 bar.

3.40 CLASSIFICAZIONE DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO IN BASE AL VALORE DI PERMEABILITÀ

Nella tabella che segue è riportato, in funzione del tempo, il giudizio sulla qualità del conglomerato cementizio.

La categoria di appartenenza, in rapporto alla permeabilità all'aria, verrà stabilita sulla base di tre prove effettuate su una superficie di m² 1,00 e sarà assegnata quando l'80% delle determinazioni, ricadono in uno degli intervalli di tempo riportati in tabella.

TEMPO [secondi]	GIUDIZIO	CATEGORIA
< 30	Scarso	0
30 - 100	Sufficiente	1
100 - 300	Discreto	2
300 - 1000	Buono	3
> 1000	Eccellente	4

3.41 RESOCONTO DI PROVA

Dovrà comprendere:

- data della prova;
- caratteristiche fisiche dell'aria analizzata;
- provenienza e caratteristiche dell'impasto usato; tipo e granulometria degli aggregati; rapporto A/C; tipo e dosaggio del cemento; dosaggio e tipo di eventuali additivi; contenuto d'aria nel calcestruzzo fresco;
- classe di permeabilità del conglomerato cementizio determinata sulla base dei risultati ottenuti, che dovranno essere tabellati e riportati su grafico; • ogni altra informazione utile.

3.42 OPERE DI FONDAZIONE

L'Amministrazione Appaltante e la Direzione Lavori non hanno responsabilità alcuna per quelle che risulteranno essere le condizioni del sottosuolo e gli impedimenti che, per qualsiasi causa, potranno sorgere all'atto esecutivo delle fondazioni delle opere.

La Ditta Appaltatrice deve perciò effettuare preliminarmente a sua totale cura e spese, tutte le indagini, i saggi e gli accertamenti anche di carattere geologico e geognostico e le prove, anche di laboratorio, che riterrà necessarie sui terreni prescelti per la costruzione delle opere, e si assumerà, in conseguenza, la piena, assoluta ed incondizionata responsabilità circa la stabilità futura delle opere stesse. È prescritta, in ogni caso, la presentazione preliminare alla Direzione Lavori di una relazione geologica redatta da un geologo iscritto all'Albo.

Il progetto delle opere di fondazione, armate o no, è a carico dell'Appaltatore.

Nel caso in cui venissero presentati dalla Stazione Appaltante disegni esecutivi delle fondazioni, l'Appaltatore è tenuto ad effettuare tutte le verifiche di calcolo, eventualmente anche mediante nuove indagini in sito a suo carico, ed a presentare gli elaborati di verifica alla Direzione Lavori per l'approvazione entro trenta giorni dalla consegna dei lavori.

Il progettista per conto dell'Appaltatore, potrà progettare le fondazioni e calcolarle nel tipo che riterrà più idoneo in relazione alla consistenza e natura dei terreni di fondazione e comunque nell'osservanza delle prescrizioni delle "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" di cui al D.M. 21.1.1981, mentre l'Appaltatore potrà procedere alla loro esecuzione solo dopo l'approvazione e l'accettazione da parte della Direzione Lavori.

L'esame e la verifica, da parte della Direzione Lavori, del progetto della fondazione e dei sondaggi non esonera in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità che gli derivano per Legge e per le precise pattuizioni del contratto. Resta pertanto contrattualmente stabilito che, malgrado i controlli di ogni genere eseguiti dalla Direzione Lavori nell'esclusivo interesse dell'Amministrazione,

l'Appaltatore rimane unico e completo responsabile delle opere, sia per quanto ha rapporto con la loro progettazione e calcolo, che per la qualità dei materiali e la loro esecuzione.

Sono pure a carico della Ditta Appaltatrice, d'accordo con l'Amministrazione Appaltante, gli oneri necessari a garantire il libero accesso ai terreni ove è prevista la costruzione delle opere nonché l'utilizzazione delle aree indicate negli allegati di progetto.

3.43 INSERTI A TENUTA NEI CALCESTRUZZI

Tutti gli inserti, come tubi, profilati metallici, ecc., che attraversano strutture di calcestruzzo contenenti liquami, dovranno essere posti in opera nei punti precisi indicati sui disegni e con sistemi tali da impedire perdite o filtrazioni dei liquami nel contatto calcestruzzo-inerti. Pertanto potranno essere permessi giunti o alette metalliche che garantiscano la tenuta e resistano alla pressione del liquame nonché l'uso di malta sigillante a tenuta idraulica. La fornitura e la posa di tali accorgimenti saranno a carico dell'Appaltatore.

3.44 CONSOLIDAMENTO DI STRUTTURE IN C.A.

Gli interventi di consolidamento e ripristino di strutture esistenti in c.a. devono prevedere le seguenti lavorazioni:

- Preparazione del supporto, mediante demolizione meccanica manuale, idro-scarifica o idro-sabbiatura del calcestruzzo ammalorato fino ad ottenere una superficie meccanicamente resistente ed adeguatamente irruvida (asperità >5 mm). Contestualmente alla demolizione deve essere effettuata la prova di rimozione di tutta la matrice cementizia carbonatata, attraverso test colorimetrico con fenolftaleina.
- Se necessario, applicazione sui tondini di armatura di malta cementizia anticorrosiva monocomponente, per la protezione delle armature. In caso le barre d'armatura dovessero presentarsi eccessivamente ossidate, con riduzione della sezione utile di più del 10%, provvedere alla loro sostituzione con barre nuove di identico diametro, tramite taglio della porzione di ferro ossidato e saldatura della nuova barra ai monconi rimanenti.
- Saturazione del calcestruzzo di supporto con acqua.
- Ricostruzione volumetrica per il ripristino del copri-ferro del calcestruzzo armato mediante applicazione a cazzuola o a spruzzo con intonacatrice per spessori di circa 25 - 35 mm per strato, fresco su fresco, di malta a ritiro controllato, fibro-rinforzata, a media resistenza, a base di cemento, con aggregati selezionati, speciali resine sintetiche e micro-silicati. Il prodotto deve essere rispondente ai principi definiti nella EN 1504-9 e dovrà recare la marcatura CE in conformità ai requisiti prestazionali richiesti dalla norma europea armonizzata EN 1504-3 per le malte strutturali di classe R3. Laddove per il prodotto utilizzato sia necessario consentire l'espansione all'aria durante i primi giorni di stagionatura, esso può essere miscelato, durante la fase di preparazione, con lo 0,25% (percentuale tipica) di

additivo stagionante liquido esente da cloruri, onde ridurre la comparsa di microfessurazioni e per ottenere un ritiro idraulico molto contenuto.

- Pulizia finale con recupero e smaltimento del materiale di risulta.

In caso di presenza di venute d'acqua in vasche sotto battente, va prevista l'impermeabilizzazione mediante tecnica d'iniezione di resina idroespandibile:

- esecuzione di fori a cavallo della lesione o alla ripresa di getto, in numero di 4 a ml. I fori saranno della lunghezza necessaria ad intercettare la lesione e di diametro idoneo all'inserimento degli iniettori;
- inserimento degli iniettori a perdere e fissaggio degli stessi con resina epossidica;
- iniezione ad alta pressione all'interno dei fori di resina poliuretanica idroespandibile, fino a completa saturazione del foro. La resina a contatto con l'acqua si espanderà in volume fino a bloccare la fuoriuscita.

4 CASSEFORME

4.1 GENERALITÀ

Le casseforme per i getti di calcestruzzo dovranno essere costruite con pannelli metallici o tavole sufficientemente robuste, ben collegate fra loro e controventate ad evitare spancamenti e distacchi delle stesse durante le vibrazioni del getto.

Sono previsti due tipi:

- casseforme per getti da intonacare o contro terra e comunque non soggetti a particolari esigenze estetiche. Potranno essere in tavolame comune, purché ben diritto ed accuratamente connesso, o metalliche;
- casseforme per getti da lasciare in vista o a contatto con le acque. Dovranno essere metalliche ed in tavolame accuratamente piallato o stuccato a gesso o in compensato, così da dare luogo a superfici particolarmente lisce ed uniformi.

Le tavole dovranno avere di regola dimensioni uguali fra loro e saranno poste in opera a giunti sfalsati. Gli spigoli verticali e orizzontali dovranno essere smussati ed arrotondati.

L'arrotondamento suddetto si realizzerà con opportuni listelli disposti nelle casseforme.

In particolare, dovrà essere curata la tenuta d'acqua dei casseri al fine di evitare fuoriuscita della boiacca di cemento e conseguente dilavamento dell'impasto, in corrispondenza delle fessure, soprattutto negli spigoli orizzontali e verticali.

Tale tenuta sarà realizzata, oltre che con l'adozione dei listelli triangolari di smusso, mediante accurata stuccatura e con rabboccamento esterno perimetrale di malta povera specie nei punti di ripresa a spicco dei pilastri da solette o strutture già eseguite.

4.2 CASSEFORME CENTINATE

Per i cunicoli, canalette, serbatoi, ponti, viadotti, ecc.. potranno essere richieste casseforme centinate, cilindriche o sagomate. Tali casseforme dovranno rispettare le linee ed i raggi indicati sui disegni, i pannelli metallici dovranno essere incurvati o se in masonite o lamiera in modo da evitare la vista di facce piane lungo le pareti ad arco. Particolare cura dovrà essere adottata per i puntellamenti e le tirantature delle casseforme per mantenere entro le tolleranze i getti finiti. La Direzione Lavori potrà permettere l'uso di casseforme scorrevoli o pneumatiche.

4.3 TIRANTI DI ANCORAGGIO

I tiranti di ancoraggio disposti per sostenere i casseri debbono essere sommersi nel calcestruzzo e tagliati ad una distanza non inferiore a due volte il diametro od al doppio della dimensione minima dalla superficie esterna.

Questo varrà per tutti i gradi di finitura ad esclusione di quello di cui al punto 8.1a, dove i tiranti possono essere ritagliati alla superficie esterna del calcestruzzo.

La parte finale dei tiranti deve essere costruita in modo tale che al momento della loro rimozione non si abbia alcun danneggiamento alla superficie a vista del calcestruzzo. Eventuali danneggiamenti dovranno essere immediatamente riparati a cura ed a spese dell'Impresa secondo le istruzioni della Direzione Lavori.

4.4 PULIZIA E LUBRIFICAZIONE

Al momento del getto del calcestruzzo la superficie interna delle casseforme dovrà essere esente da qualsiasi incrostazione di malta, boiacca od altra sostanza estranea.

Prima della posa delle casseforme, le superfici delle casseforme stesse che verranno in contatto con il calcestruzzo, dovranno essere lubrificate con olio di paraffina raffinato in modo da migliorare lo stacco delle casseforme dalle strutture durante il disarmo. Non sarà permesso l'uso di tali prodotti disarmanti quando le casseforme siano già montate per il getto.

4.5 DISARMO

Il disarmo delle casseforme sarà effettuato solo quando il calcestruzzo avrà raggiunto una resistenza sufficiente a sopportare le tensioni cui sarà sottoposto durante e dopo il disarmo stesso. In ogni caso non si potrà procedere al disarmo senza previa autorizzazione della Direzione Lavori.

Potrà inoltre essere necessario che le casseforme, con relativi puntelli e sbadacchiature, di particolari strutture vengano mantenute in opera oltre il necessario, su specifica richiesta della Direzione Lavori.

5 FERRO TONDO D'ARMATURA

5.1 GENERALITÀ

Il ferro tondo di armatura sarà fornito dall'Impresa e verrà posto in opera in base ai disegni di dettaglio approvati dalla Direzione Lavori o a quanto previsto nel progetto esecutivo.

Si prevede di usare barre ad aderenza migliorata B450C a seconda di quanto indicato nei disegni esecutivi o richiesto dalla Direzione Lavori.

Gli acciai per calcestruzzi armati dovranno corrispondere alle Norme tecniche del DM 17.01.2018.

5.2 MODALITÀ ESECUTIVE

L'Impresa provvederà all'esecuzione dei piani di dettaglio delle armature (contenenti le liste dei ferri con le quantità di peso corrispondenti alle diverse posizioni) in base ai piani di progetto.

La Direzione Lavori potrà apportare modifiche alle armature di progetto. In questa eventualità l'Impresa non potrà richiedere alcun compenso speciale oltre a quanto spettantegli in base all'applicazione del prezzo di contratto per le quantità di ferri impiegati.

Le armature dovranno essere fissate nelle casseforme nella loro posizione finale (per mezzo di piastrine distanziatrici in cemento o dispositivi analoghi) e legate con filo di ferro strettamente una all'altra in modo da formare una gabbia rigida.

Le sbarre dovranno essere pulite dalla ruggine e dai residui di tinta o di oli che ne possano pregiudicare l'aderenza.

Le saldature saranno ammesse solo se consentite caso per caso dalla Direzione Lavori e saranno realizzate in tal caso per sovrapposizione. Delle unioni per saldatura verranno eseguite verifiche periodiche da parte della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa.

In ogni caso, in corrispondenza di superfici di calcestruzzo a contatto con liquidi, il ricoprimento dei ferri non deve essere inferiore ai 3 cm dal perimetro esterno delle barre di armatura.

Nel prezzo del ferro per le armature sono compresi, oltre agli oneri di provvista, quelli relativi al taglio, piegatura, sagomatura, saldatura posa in opera, perdite per sfridi, alla fornitura ed impiego del filo di ferro per le legature, alla filettatura dei manicotti e alla realizzazione dei sostegni.

5.3 PROVE DI ACCETTAZIONE E CONTROLLO

I ferri per le armature devono essere:

- Identificati e rintracciabili in cantiere, come previsto dalle NTC 2018
- qualificati sotto la responsabilità del produttore, nei centri di produzione

- accettati dal Direttore dei lavori in cantiere mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione e attraverso prove sperimentali di accettazione, come indicato dalle NTC 2018.

Le caratteristiche qualitative dei materiali devono essere riconoscibili, e gli stessi devono essere riconducibili allo stabilimento di produzione tramite apposita marchiatura.

In corso d'opera i controlli in cantiere sono obbligatori, è opportuno che avvengano prima della messa in opera del lotto e comunque entro 30 giorni dalla consegna del materiale.

La Direzione Lavori si riserva il diritto di interrompere i getti e di far demolire, a cura e spese dell'Impresa, le parti eseguite qualora non fossero verificate le condizioni di cui ai precedenti punti. L'Impresa, per ogni carico di ferro di armatura che dovrà essere utilizzato nell'opera o nell'impianto dovrà fornire anche un certificato del fabbricante del ferro che attesti la qualità e l'idoneità del ferro secondo Specifiche e Regolamento.

L'Appaltatore dovrà inoltre far eseguire, presso laboratori ufficiali prove su campioni di ferro per armatura prelevati in cantiere secondo quanto prescritto dal D.M. 17 gennaio 2018.

I campioni prelevati e preparati verranno sottoposti a prove secondo modalità che dovranno rispondere ai requisiti riportati nelle NTC 2018:

prova di trazione con determinazione del carico di rottura di snervamento e dell'allungamento su provetta corta; - prova di piegamento;

prova di resistenza;

analisi chimica con determinazione dei principali componenti: C, Mn, Si, S, P.

Le prove elencate saranno effettuate presso un Laboratorio Ufficiale o Laboratorio Autorizzato, nel rispetto delle normative vigenti.

I materiali devono essere nuovi esenti da difetti palesi od occulti.

In ogni caso la Direzione Lavori richiederà prove addizionali nel caso in cui durante le prime prove le caratteristiche del ferro non fossero conformi. Resta stabilito che il ferro che non raggiunga le caratteristiche richieste non verrà impiegato nelle opere e dovrà essere allontanato dal cantiere.

Tutti gli oneri derivanti all'Impresa, per certificati e prove di cui sopra, sono a suo carico.

5.4 CERTIFICAZIONI

Le norme prevedono tre forme di controllo obbligatorie:

- in stabilimento sui lotti di produzione (30/120 ton)
- nei centri di trasformazione sulle forniture (90 ton)
- di accettazione in cantiere sui lotti di spedizione (30 ton)

6 RIVESTIMENTI PROTETTIVI

6.1 GENERALITÀ

Per la protezione di superfici metalliche, di calcestruzzi o di intonaci è previsto l'uso di vernici e malte da applicarsi a pennello, a spruzzo, a frattazzo o a rullo, con proprietà spiccatamente antiacide ed antiaggressive.

Detti prodotti sono suddivisi in vari tipi, in funzione delle superfici da proteggere: superfici metalliche o superfici in calcestruzzo divise fra esterni entro terra, esterni fuori terra o interno fabbricati, interno vasche.

6.2 SUPERFICI METALLICHE

Preparazione

Acciaio: le superfici dovranno essere sabbiare al grado Sa 2 ISO 8501-1 e SIS 05 59 00 (SSPC-SP6). Se preventivamente zincate, lo spessore della zincatura a caldo (UNI EN ISO 1461/99) non dovrà essere inferiore a 120 micron. Primer

Il primer, di norma, sarà di tipo epossipoliamidico a medio spessore, a pigmentazione attiva (fosfato di zinco), esente da pigmenti a base di piombo e cromo esavalente. Solidi in volume: 55% \pm 2

Peso specifico: 1360 \pm 50 g/l

Spessore tipico: 40 micron secco (min 30, max 50); 77 micron umido (min 57, max 96)

Metodo di applicazione: rullo, pennello, airless

Condizioni di applicazione: temperatura 5°C - 50°C; umidità relativa \leq 85% Tempo di indurimento fra gli strati: 42 ore a 10°C, oppure 20 ore a 35°C.

Intermedio

L'intermedio, di norma, sarà di tipo epossipoliamidico ad alto spessore, ad elevata resistenza chimica.

Solidi in volume: 55% \pm 2

Peso specifico: 1350 \pm 50 g/l

Spessore tipico: 100 micron secco (min 50, max 150); 182 micron umido (min 91, max 272)

Metodo di applicazione: rullo (non ottimale), pennello, airless

Condizioni di applicazione: temperatura 5°C - 50°C; umidità relativa \leq 90% Tempo di indurimento fra gli strati: 42 ore a 10°C, oppure 20 ore a 35°C.

Finitura

Lo strato di finitura, di norma, sarà di tipo poliuretanico con indurente polisocianico alifatico a medioalto spessore per strato, non ingiallente e manutenzionabile nel tempo. Solidi in volume: 57% ± 2

Peso specifico: 1400 \pm 50 g/l

Spessore tipico: 70 micron secco (min 60, max 80); 123 micron umido (min 105, max 140)

Metodo di applicazione: rullo, pennello, airless

Condizioni di applicazione: temperatura 2°C - 40°C; umidità relativa \leq 85% Tempo di indurimento fra gli strati: 20 ore a 10°C, oppure 7 ore a 35°C.

6.3 SUPERFICI IN CALCESTRUZZO ENTRO TERRA

Per le superfici in calcestruzzo entro terra, di norma, si utilizzerà una vernice reattiva bicomponente a base di una combinazione di catrame, carbon fossile, resine epossidiche e sostanze minerali, in solvente, particolarmente resistente alla abrasione e alle aggressioni chimiche.

Il calcestruzzo deve avere una stagionatura minima di 14 giorni a 20-25°C; almeno 28 giorni alle temperature più basse. Deve essere compatto, sano, esente da depositi cementizi, polvere, parti friabili o staccate, olio, grasso ed altre impurità.

Solidi in volume: 87%

Spessore teorico: 40 micron secco; 54 micron umido

Metodo di applicazione: pennello, airless

Temperatura di applicazione: 8°C - 50°C

Tempo di indurimento completo: 10 giorni a 20°C; l'indurimento è garantito anche sott'acqua.

6.4 SUPERFICI IN CALCESTRUZZO FUORI TERRA E INTERNO FABBRICATI

Il calcestruzzo o l'intonaco devono essere stagionati, compatti, sani, esenti da depositi cementizi, polvere, parti friabili o staccate, olio, grasso ed altre impurità. Se il trattamento viene eseguito su murature in calcestruzzo esistenti, prima di procedere con la stesura del fondo si dovrà eseguire la pulizia con idrolavatrice mediante eiezione ad alta pressione (fino a 250 atm) di una miscela combinata di acqua ed inerti silicei selezionati. Alle superfici dovrà poi essere applicato un prodotto liquido a base acquosa per la rimozione di muschio, alghe, batteri e qualsiasi altro agente infestante, cui farà seguito la stesa del fondo.

In casi di presenza di armature scoperte e/o fessurazioni, le superfici, nei punti danneggiati, dovranno essere ripristinate con le seguenti lavorazioni

- brossatura delle superfici metalliche con impiego di smerigliatrici, spazzole rotanti e molatrici per rimozione della ruggine;

- applicazione di protezione anticorrosiva rialcalinizzante dei ferri d'armatura con boiaccia passivante a base di cementi, inerti selezionati, resine ed additivi, applicata in due mani a pennello con prodotto conforme ai requisiti prestazionali definiti dalla UNI EN 1504-7;
- applicazione di malta cementizia premiscelata, tixotropica, fibrorinforzata con fibre inorganiche, resistente ai solfati, additivata con apposito stagionante interno (tipo Mapegrout Easy Flow GF o equivalente), applicata su supporto irruvidito per chiusura fessurazioni o per ricostruzione del calcestruzzo copriferro per uno spessore medio di 3 cm;

Successivamente si procederà con la stesa del fondo e con la successiva tinteggiatura.

Fondo

Si utilizzerà di norma un fondo isolante e consolidante a base di silicato di potassio stabilizzato.

Peso specifico: 1070 g/l

Diluizione: da 1:1 a 1:3 a seconda dell'assorbimento del supporto

Metodo di applicazione: pennello

Temperatura di applicazione: 8°C - 30°C Tempo di essiccazione: 6-8 ore.

Tinteggiatura

Si utilizzerà di norma una idropittura a base di resine acriliche silossaniche in dispersione acquosa e di pigmenti selezionati resistenti alla luce.

Secco resina sul secco totale: 25% \pm 1 in peso

Peso specifico: 1450 g/l

Diluizione: prima mano 20% in volume con acqua; seconda mano 10% in volume con acqua

Metodo di applicazione: pennello, rullo, airless

Condizioni di applicazione: temperatura 5°C - 30°C; umidità relativa \leq 85% Tempo fra una mano e l'altra: 3-4 ore.

6.5 SUPERFICI INTERNE DEI MANUFATTI IN CALCESTRUZZO

Il calcestruzzo deve essere compatto, sano, esente da depositi, polvere, parti friabili o staccate, olio, grasso ed altre impurità.

In presenza di lesioni al calcestruzzo, fessurazioni, mancanza di copriferro, esposizione di ferri d'armatura ecc., la superficie dovrà essere ripristinata con la procedura indicata sulle tavole di progetto mediante:

- brossatura delle superfici metalliche con impiego di smerigliatrici, spazzole rotanti e molatrici per rimozione della ruggine;
- applicazione di protezione anticorrosiva rialcalinizzante dei ferri d'armatura con boiaccia passivante a base di cementi, inerti selezionati, resine ed additivi, applicata in due mani a pennello con prodotto conforme ai requisiti prestazionali definiti dalla UNI EN 1504-7;
- applicazione di malta cementizia premiscelata, tixotropica, fibrorinforzata con fibre inorganiche, resistente ai solfati, additivata con apposito stagionante interno (tipo

Mapegrout Easy Flow GF o equivalente), applicata su supporto irruvidito per chiusura fessurazioni o per ricostruzione del calcestruzzo copriferro per uno spessore medio di 3 cm; La superficie in calcestruzzo e le parti ricostruite con malte speciali verranno poi trattate con rasatura e impermeabilizzazione effettuata con malta bicomponente, adesiva e tixotropica, premiscelata a base cementizia, modificata con polimeri, applicata a spessore millimetrico a spruzzo o con frattazzo metallico, a penetrazione osmotica, di spessore non inferiore a 3 mm (tipo Mapei Idrosilex, Kerabuild Osmocem o equivalente).

7 OPERE DI CARPENTERIA METALLICA E FINITURE CIVILI

7.1 GENERALITÀ

Sono incluse in questa categoria tutte quelle opere metalliche di qualsiasi natura che non fanno esplicitamente parte degli apparecchi o attrezzature.

Le opere di carpenteria metallica vengono distinte in due categorie: grossa carpenteria e piccola carpenteria.

La prima categoria include impalcati, strutture portanti, capriate.

La seconda categoria comprende le opere di minore mole e di maggiore lavorazione come scale in ferro esterne ed interne, inferriate, impalcati e sopralzi con sovraccarichi inferiori a 500 kg/mq e con altezze dal piano di appoggio non superiore ai 3 metri; anche tutte le opere di sostegno di scale e pianerottoli nonché spezzoni di profilati e di tubo di ferro annegati nei getti di calcestruzzo sono inclusi in questa categoria.

Le varie parti dovranno essere progettate ed eseguite in base alle norme tecniche vigenti (D.M. 17/01/2018).

Tutta la carpenteria metallica sarà fornita già dipinta con una mano di vernice antiruggine data in officina o zincata a caldo, ad eccezione di quella in acciaio inox. Il ciclo di verniciatura previsto sarà indicato nei disegni di progetto.

Dovranno essere prodotti dal produttore i certificati delle caratteristiche meccaniche ai sensi del DM 17/01/2018, il certificato di collaudo secondo EN 10204:2005; sempre ai sensi del DM 17/01/2018, dovranno inoltre essere forniti tutti i documenti di trasporto dal produttore all'utilizzatore finale.

7.2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Nella costruzione dovranno essere impiegati profilati, tondi e larghi, piatti in acciai conformi alle norme europee EN 10025, EN 10210, EN 10219-1 e alle norme tecniche contenute nel DM 17/01/2018. Le caratteristiche meccaniche e dimensionali della bulloneria, dei tirafondi e dei bulloni ad alta resistenza nel caso di unioni ad attrito dovranno corrispondere a quanto prescritto dal DM 17/01/2018.

7.3 MODALITÀ ESECUTIVE

Strutture

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrasollecitate.

Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette. Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto.

In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la controfreccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

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

Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone, oltre la tolleranza prevista dal D.M. 17/01/2018 sopra citato, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con un diametro superiore.

Nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza è prescritta l'esecuzione della sabbiatura a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione.

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

Per ogni unione con bulloni, l'Impresa effettuerà, alla presenza della Direzione dei Lavori, un controllo di serraggio su un numero di bulloni pari al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro.

Dopo il completamento della struttura e prima dell'esecuzione della prova di carico, l'Impresa dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni, dandone preventiva comunicazione alla Direzione dei Lavori.

L'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che venga interrotto il traffico di cantiere sulla sede stradale salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione dei Lavori.

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

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tramvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprasuolo e di sottosuolo.

7.4 PARAPETTI METALLICI

I parapetti metallici potranno essere:

- del tipo fisso con montanti e correnti in tubo di diametro adeguato alle caratteristiche della posizione o funzione del parapetto, con corrimano che potrà essere tubolare o di altra sezione e parapiede sagomato e rinforzato;
- del tipo smontabile con montanti tubolari con possibilità di sfilaggio, alloggiamento nelle strutture murarie o metalliche, spinotti per fissaggio e catenelle di protezione; Ogni tipo di parapetto sarà dato in opera completo delle necessarie zanche e piatti per il fissaggio al calcestruzzo o alle opere metalliche.

L'Impresa è tenuta a sottoporre al D.L., per approvazione, il disegno costruttivo dei parapetti, prima di metterli in produzione.

7.5 ACCIAIO DA CARPENTERIA ZINCATO A CALDO

Per le carpenterie a vista si utilizza acciaio da carpenteria del tipo S275 JR zincato a caldo e relativo pastrame/componentistica nella stessa classe.

Table 3.1: Nominal values of yield strength f_y and ultimate tensile strength f_u for hot rolled structural steel

Standard and steel grade	Nominal thickness of the element t [mm]			
	$t \leq 40$ mm		$40 \text{ mm} < t \leq 80$ mm	
	f_y [N/mm ²]	f_u [N/mm ²]	f_y [N/mm ²]	f_u [N/mm ²]
EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	410	550
EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490
EN 10025-6				
S 460 Q/QL/QL1	460	570	440	550

Le strutture realizzate in acciaio ZINCATO A CALDO sono tutte quelle non a diretto contatto con i liquami. I controlli di accettazione dovranno essere eseguiti conformemente alle NTC 2018.

7.6 ACCIAIO DA CARPENTERIA AISI 304L

Per le carpenterie a vista che possono essere esposte all'attacco chimico di vapori o liquidi di processo si è scelto di utilizzare acciaio INOX, per dare maggiore garanzia di durabilità.

Si è scelto in particolare acciaio tipo AISI 304L le cui caratteristiche chimiche e meccaniche sono di seguito riassunte:

					Analisi indicativa %								Caratteristiche meccaniche				Resistenza alla ossidazione
AISI	UNI	Werkstoff	Afnor	C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Mo	Altri	R	E	Allung.	Durezza	Temp.Max
					Max	Max	Max	Max					Kg/mm ²	Kg/mm ²	%		
304	X 5 CrNi 18 10	1.4301	Z6CN 18-09	0,08 Max	2	0,045	0,030	1	18÷20	8÷10,5	-	-	53÷67	21÷32	60÷50	135÷185	890 C
304L	X 2 CrNi 18 11	1.4306	Z2CN 18-10	0,03 Max	2	0,045	0,030	1	18÷20	8÷9	-	-	49÷63	17÷28	50÷60	130÷180	890 C
316	X 5 CrNiMo 17 12	1.4401	Z 6 CND 17-11	0,06 Max	2	0,045	0,030	1	16÷18,5	10,5÷13,5	2,2,5		56÷67	21÷x	60÷40	135÷185	890 C
316 Mos	X 5 CrNiMo 17 13	1.4436	Z 6 CND 17-12	0,06 Max	2	0,045	0,030	1	16÷18,5	11÷14	2,5,3		56÷67	21÷32	60÷40	135÷185	890 C
316L	X2 CrNiMo 17 12	1.4404	Z 2 CND 17-12	0,03 Max	2	0,045	0,030	1	16÷18,5	11÷14	2,2,5		53÷67	21÷32	40÷55	135÷185	890 C
316L Mos	X2 CrNiMo 17 13	1.4435	Z 2 CND 17-13	0,03 Max	2	0,045	0,030	1	16÷18,5	11,5÷14,5	2,5,3		53÷67	21÷32	40÷55	135÷185	890 C
316 T	X6 CrNiMoTi 17 12	1.4571	Z 8 CNDT 17-12	0,08 Max	2	0,045	0,030	1	16÷18,5	10,5÷13,5	2,2,5	Ti=5xC min. 0,8 Max	53÷67	21÷32	60÷40	135÷185	890 C
321 T	X 6 CrNiTi 18 11	1.4541	Z 6 CNDT 18-11	0,08 Max	2	0,045	0,030	1	17÷19	9÷12	-	Ti=5xC min.	53÷67	21÷32	55÷45	135÷185	890 C
347	X 6 CrNiNb 18 11	1.4550	Z 6 CNNb 18-11	0,08 Max	2	0,045	0,030	1	17÷19	9÷13	-	Nb+Ta=10xC min.	56÷70	25÷35	50÷40	135÷185	890 C

Le strutture previste in acciaio INOX AISI304L sono:

- Scala alla marinara di accesso all'ispessitore
- Parapetti
- Strutture metalliche a diretto contatto con i liquami e i fanghi

I controlli di accettazione dovranno essere eseguiti conformemente alle NTC 2018

7.7 COPERTURE DI BOTOLE, POZZETTI ECC.

Le lamiere striate per la copertura di pozzetti, botole, specchiature attraversate da tubazioni, ecc. avranno spessore 5 mm e 6 mm, sotto stria. Ove la luce degli appoggi lo richieda, la lamiera sarà opportunamente rinforzata con intelaiatura di angolari e piatti in modo che non si abbiano a verificare spancamenti o vibrazioni sotto carico.

Gli appoggi delle lamiere saranno realizzati con telai composti da profilati a Z opportunamente zancati ai bordi delle aperture.

7.8 SCALE ALLA MARINARA

Le scalette alla marinara saranno realizzate con tubi di diametro adeguato all'altezza della scala stessa e saranno complete di attacchi alle strutture murarie o metalliche; saranno provviste di gabbia di protezione ai sensi del D. L.vo 81/2008.

7.9 PARATOIE METALLICHE

Le paratoie metalliche dovranno corrispondere, sulla base delle indicazioni riportate negli elaborati di progetto, al disegno costruttivo del produttore, approvato dalla Direzione Lavori. Nel prezzo delle paratoie metalliche è compresa la fornitura della paratoia e di tutti gli elementi necessari per

il suo montaggio (gargami ecc.), la posa in opera, la verniciatura, ed ogni altro onere necessario per dare il manufatto ultimato e perfettamente funzionante.

7.10 COLLAUDO TECNOLOGICO DEI MATERIALI

Ogni volta che le partite di materiale metallico destinato alla costruzione delle travi e degli apparecchi di appoggio perverranno agli stabilimenti per la successiva lavorazione, l'Impresa darà comunicazione alla Direzione dei Lavori specificando, per ciascuna colata, la distinta dei pezzi ed il relativo peso, la ferriera di provenienza, la destinazione costruttiva, i risultati dei collaudi interni.

La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di prelevare campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta ogni volta che lo ritenga opportuno.

Le prove e le modalità di esecuzione saranno quelle prescritte dal D.M. 17 gennaio 2018.

7.11 COLLAUDO DIMENSIONALE E DI LAVORAZIONE

La Direzione dei Lavori si riserva il diritto di chiedere il premontaggio in officina, totale o parziale delle strutture, secondo modalità da concordare di volta in volta con l'Impresa.

Per i manufatti per i quali è prevista una fornitura di oltre 10 esemplari da realizzare in serie, deve prevedersi all'atto del collaudo in officina, il premontaggio totale o parziale, da convenirsi secondo i criteri di cui sopra, di un solo prototipo per ogni tipo.

In tale occasione la Direzione dei Lavori procederà alla accettazione provvisoria dei materiali metallici lavorati.

Analogamente a quanto detto al comma precedente, ogni volta che si rendono pronte per il collaudo le travate, l'Impresa informerà la Direzione dei Lavori indicando tipo e destinazione di ciascuna di esse. Entro 8 giorni la Direzione dei Lavori darà risposta fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione della travata stessa in cantiere.

Nel caso del collaudo in contraddittorio, gli incaricati della Direzione dei Lavori verificheranno sia per ogni una delle parti componenti le opere appaltate, quanto per l'insieme di esse, la esatta e perfetta lavorazione a regola d'arte ed in osservanza ai patti contrattuali.

I pezzi presentati all'accettazione provvisoria devono essere scevri di qualsiasi verniciatura, fatta eccezione per le superfici di contatto dei pezzi uniti definitivamente fra loro, che debbono essere verniciati in conformità alle prescrizioni della Direzione dei Lavori.

7.12 PROVE DI CARICO E COLLAUDO STATICO DELLE STRUTTURE IN ACCIAIO

Prima di sottoporre le strutture in acciaio alle prove di carico, dopo la loro ultimazione in opera e, di regola, prima che siano applicate le ultime mani di vernice, verrà eseguita da parte della Direzione dei Lavori un'accurata visita preliminare di tutte le membrature per constatare che le strutture

siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte ed a tutte le prescrizioni di contratto.

Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture, operazioni che verranno condotte, a cura e spese dell'Impresa, secondo le prescrizioni contenute nel DM 17 gennaio 2018.

7.13 SOLAI IN CALCESTRUZZO E LATERIZIO

7.13.1 Generalità

I solai in calcestruzzo e laterizio saranno del tipo a nervature parallele od incrociate di spessore diverso a seconda delle luci e dei sovraccarichi indicati nei disegni. Il calcestruzzo dovrà essere della classe A: dovrà essere assicurata l'intima unione tra calcestruzzo e laterizio. Durante il getto dovrà essere particolarmente curato il riempimento delle nervature ricorrendo sistematicamente a vibratori ad immersione.

I ferri dovranno essere avvolti nel calcestruzzo per almeno un cm da ogni lato.

I laterizi dovranno essere disposti in modo che i loro giunti siano sfalsati e, prima del getto, dovranno essere bagnati fino a saturazione e, nella stagione calda, anche durante il periodo di presa. Durante il periodo invernale dovranno essere prese le necessarie precauzioni, per la protezione dei getti dagli effetti deleteri del gelo. Tutti i solai in questione dovranno presentare caratteristiche tali da consentire agevolmente il fissaggio di chiodature e mezzi di sostegno per normali apparecchiature di illuminazione e condizionamento e per le controsoffittature.

Se previsto in progetto, o richiesto dalla D.L. saranno utilizzati solai piani composti da lastre prefabbricate in calcestruzzo, armate con rete elettrosaldata e tralicci in acciaio tondo, alleggerito con blocchi di polistirolo espanso non rigenerato di densità non inferiore a 14 kg/m³. Il solaio sarà completato con getto in opera delle nervature e della soletta superiore con calcestruzzo della classe Rck > 250 kg/cm² armata, con rete elettrosaldata opportunamente distanziata dal fondo del peso di 1-1,5 kg/m².

7.13.2 Materiali

2.1 Inerti

Per quanto concerne gli inerti da usare nella preparazione del calcestruzzo per i solai in oggetto valgono le specifiche di cui al presente Capitolato.

2.2 Acqua

Per quanto concerne l'acqua da usare nella preparazione del calcestruzzo per i solai in oggetto valgono le specifiche di cui al presente Capitolato.

2.3 Cemento

Per quanto concerne il cemento da usare nella preparazione del calcestruzzo per i solai in oggetto valgono le specifiche di cui al presente Capitolato.

2.4 Ferro

Per quanto concerne il ferro da usare nelle armature dei solai in oggetto valgono le specifiche del presente Disciplinare.

2.5 Laterizi

Per quanto concerne i laterizi da usare per la formazione dei solai in oggetto valgono le specifiche di cui al presente Capitolato.

2.6 Prove

La D.L. potrà a suo giudizio effettuare prove e spese dell'Appaltatore sui suddetti materiali per verificarne la rispondenza alle caratteristiche sopra citate.

I materiali non ritenuti idonei dovranno essere allontanati dal cantiere.

7.14 RINZAFFI

Prima dell'esecuzione dell'intonaco, le murature dovranno essere accuratamente ripulite e le eventuali connessure raschiate, in modo da asportare la malta poco aderente e ravvivare le superfici. Queste saranno quindi adeguatamente asperse con acqua, dopo di che verrà sempre eseguito il rinzafo, consistente nella applicazione di malta di cemento piuttosto fluida gettata con forza a cazzuola. Oltre che aderire alle pareti e costituire base di ancoraggio del successivo intonaco, si dovrà curare che la malta penetri nelle connessure, nei giunti e nelle alveolarità sino a riempirli. Il rinzafo sarà quindi regolarizzato e, non appena iniziata la presa, si avrà cura di dar conto alle ulteriori operazioni previste o prescritte.

7.15 POZZETTI GETTATI IN OPERA - NORME PARTICOLARI ESECUTIVE

Per l'esecuzione delle camerette in genere valgono le seguenti disposizioni particolari, integrative delle norme generali di cui al precedente articolo specifico. Per opere di speciale natura verranno impartite caso a caso le necessarie specifiche disposizioni da parte della Direzione dei Lavori.

Le camerette verranno gettate in opera secondo i tipi e con le dimensioni risultanti dal progetto.

Il conglomerato cementizio da impiegare nei getti sarà di norma confezionato con cemento tipo R 325 con dosaggio minimo di 3 q.li/m³.

L'armatura delle solette dovrà essere calcolata in base alle specifiche sollecitazioni e, in corrispondenza alle superfici d'appoggio degli elementi di raccordo tra chiusino e cameretta, essa sarà convenientemente rinforzata in funzione del carico di prova previsto per l'elemento di chiusura.

I gradini di accesso dovranno essere previamente ben immorsati nella muratura, avendo cura, nella posa, di collocarli perfettamente centrati rispetto al camino d'accesso ed a esatto piombo tra loro.

Gli elementi di raccordo tra chiusino e soletta verranno posati, nel numero occorrente in base ai tipi di manufatto ed agli affondamenti, avendo cura di previamente compensare con getto di calcestruzzo del necessario spessore, da eseguire ad immediato contatto con la soletta, gli eventuali dislivelli che avessero a sussistere tra piano superiore del chiusino e sede stradale, in relazione delle altezze fisse degli elementi e dei telai.

7.16 CHIUSINI PER CAMERETTE

1. Materiali e forme

Di norma per le coperture dei pozzi di accesso alle camerette, verranno adottati chiusini in ghisa sferoidale.

I telai dei chiusini saranno di forma quadrata, circolare o rettangolare, delle dimensioni di progetto; i coperchi saranno di forma rotonda o rettangolare a seconda dei vari tipi di manufatti, tuttavia con superficie tale da consentire al foro d'accesso una sezione minima corrispondente a quella di un cerchio del diametro di 600 mm.

2. Caratteristiche costruttive

Le superfici di appoggio tra telaio e coperchio debbono essere lisce e sagomate in modo da consentire una perfetta aderenza e evitare che si verifichino traballamenti. La Direzione dei Lavori si riserva tuttavia di prescrivere l'adozione di speciali anelli in gomma da applicarsi ai chiusini.

La sede del telaio e l'altezza del coperchio dovranno essere calibrate in modo che i due elementi vengano a trovarsi sullo stesso piano e non resti tra loro gioco alcuno.

3. Carico di prova

Normalmente i chiusini impiegati dovranno essere conformi a quanto prescritto dalla norma UNI EN 124.

4. Prova di resistenza meccanica

Ai fini dell'accertamento di rispondenza della fornitura, il Direttore dei Lavori potrà richiedere l'esecuzione a campione di prove di resistenza meccanica le cui spese saranno a carico dell'appaltatore.

5. Posa in opera

Prima della posa in opera, la superficie di appoggio del chiusino dovrà essere convenientemente pulita e bagnata; verrà quindi steso un letto di malta sopra il quale sarà infine appoggiato il telaio. La superficie superiore del chiusino dovrà trovarsi, a posa avvenuta, al perfetto piano della pavimentazione stradale.

Lo spessore della malta che si rendesse a tale fine necessario non dovrà tuttavia eccedere i 3 cm; qualora occorressero spessori maggiori, dovrà provvedersi in alternativa, a giudizio della Direzione

dei Lavori, o all'esecuzione di un sottile getto di conglomerato cementizio a 4 q.li di cemento tipo 425 per m³ d'impasto confezionato con inerti di idonea granulometria ed opportunamente armato, ovvero all'impiego di anelli di appoggio in conglomerato cementizio armato prefabbricato.

Non potranno in nessun caso essere inseriti sotto il telaio, a secco o immersi nel letto di malta, pietre, frammenti, schegge o cocci.

Qualora, in seguito ad assestamenti sotto carico, dovesse essere aggiustata la posizione del telaio, questo dovrà essere rimosso e i resti di malta indurita saranno asportati.

Si procederà quindi alla stesura del nuovo strato di malta, come in precedenza indicato, adottando, se del caso, anelli d'appoggio.

I chiusini potranno essere sottoposti a traffico non prima che siano trascorse 24 ore dalla loro posa.

7.17 RIPRISTINI DI PAVIMENTAZIONI STRADALI

1. Modalità di realizzare dei sottofondi stradali

La sottofondazione o strato d'appoggio sarà costituito da misto di sabbia e ghiaia, dello spessore risultante dalla sezione tipo di progetto, perfettamente costipato e consolidato mediante vibratori e rulli compressori a ruote lisce, fino ad ottenere che il peso specifico apparente raggiunga il 98% di quello massimo ottenibile col metodo Proctor (Standard).

Il materiale da impiegare per tale sottofondo non dovrà comprendere elementi superiori ai cm 5.

2. Conglomerato bituminoso per strato di base

Per ottenere i conglomerati bituminosi si dovranno impiegare materiali ottenuti dalla frantumazione di rocce e da aggregati provenienti dalla frantumazione di ciottoli e ghiaie, ovvero da misto di fiume assolutamente puri.

I bitumi solidi e liquidi dovranno corrispondere ai requisiti di cui alla normativa C.N.R. ultima edizione e per conglomerato eseguito e previsto con misto di fiume si userà bitume 80/100 in ragione di 64 kg/m³. Per l'esecuzione del conglomerato con bitume solido si dovrà provvedere al preventivo essiccamento e riscaldamento degli aggregati con un essiccatore a tamburo, provvisto di ventilatore per l'aspirazione della polvere.

Gli aggregati dovranno essere riscaldati a temperature comprese tra i 120° e 160° gradi. Il bitume dovrà essere riscaldato a temperature fra i 150° e 180°.

Il trasporto e la posa del materiale dovrà essere eseguita in modo da evitare di modificare o sporcare la miscela ed ogni separazione dei vari componenti.

I conglomerati formati con bitumi liquidi potranno essere posti in opera anche a temperatura ambiente. La stesa in opera del conglomerato sarà condotta, se eseguita a mano, secondo i metodi normali con appositi rastrelli metallici. Per i lavori di notevole estensione la posa in opera del conglomerato dovrà essere eseguita mediante finitrici meccaniche di tipo idoneo.

A lavoro finito il conglomerato dovrà presentare una superficie in ogni punto regolare, perfettamente corrispondente alle sagome ed alle livellette di progetto o prescritte dalla D.L.

In ogni caso lo spessore compreso dello strato di base in conglomerato bituminoso non dovrà essere inferiore a cm 8.

3. Manto di usura in conglomerato bituminoso

Per la costruzione del tappetino d'usura, da applicarsi sopra lo strato di base, si impiegherà un conglomerato bituminoso formato con elevata percentuale di aggregato grosso, sabbia granulare, additivo e bitume, nelle percentuali appresso descritte:

aggregato grosso passante al crivello 20 e trattenuto dal 10	59/73%
aggregato fine passante al setaccio 10 e trattenuto dal 5	20/30%
additivo passante al setaccio 2	3/5%
bitume di penetrazione 180/200	4/6%

Le suddette percentuali sono in peso. Prima di applicare la miscela dovrà procedersi, ove occorre, ad un adeguato lavaggio del piano viabile, per liberarlo dalle eventuali incrostazioni di fango e dai residui animali, ad eventuali soffiature e spolverature con spazzoloni e soffiatrici. Eseguita la pulizia della superficie sulla quale il tappeto dovrà essere disteso e sempre che questa sia completamente asciutta, si spanderà uniformemente con macchina spruzzatrice a pressione, sul piano viabile dell'emulsione bituminosa al 50% in ragione di 1 kg/m². Indi si procederà alla stesa in opera della miscela, che dovrà essere eseguita mediante macchine finitrici semoventi.

Il quantitativo di miscela da stendere per unità di superficie dovrà essere tale da ottenere a costipamento avvenuto ed a lavoro ultimato, lo spessore prescritto.

La superficie finita sarà priva di ondulazioni e un'asta lunga 3 m posta su di essa avrà la faccia distante al massimo 5 mm.

In ogni caso lo spessore compreso del tappetino d'usura non dovrà essere inferiore a cm 3.

8 OPERE STRADALI

8.1 GENERALITÀ

Le pavimentazioni stradali saranno realizzate solamente quando il terreno di imposta sarà completamente assestato e la superficie esterna non presenterà più cedimenti.

In caso di ripristini a seguito di scavi lungo strade esistenti, i sottofondi e le pavimentazioni stradali saranno estesi per circa 30 cm oltre il bordo degli scavi.

Il fondo dello scavo di cassonetto dovrà essere rullato e regolarizzato prima dell'esecuzione delle pavimentazioni.

I materiali dovranno rispondere ai requisiti sottoindicati, oltre a quanto riportato nei singoli paragrafi. Il sistema di attestazione della conformità di tutti i materiali (pietrame, pietrischi, pietrischetti, graniglie, sabbie, additivi, ghiaie, ghiaietti bitumi ed emulsioni bituminose) dovrà essere congruente con la normativa vigente in materia.

8.2 FONDAZIONI IN MISTO GRANULARE: GENERALITÀ

Tali fondazioni sono costituite da una miscela di materiali granulari (misto granulare) stabilizzati per granulometria con l'aggiunta o meno di legante naturale, il quale è costituito da terra passante al setaccio 0,4 UNI.

L'aggregato potrà essere costituito da ghiaie, detriti di cava, frantumato, scorie od anche altro materiale; potrà essere: materiale reperito in sito, entro o fuori cantiere, oppure miscela di materiali avente provenienze diverse, in proporzioni stabilite attraverso una indagine preliminare di laboratorio e di cantiere.

La stesa del materiale avverrà in strati successivi, ciascuno dei quali non dovrà mai avere uno spessore finito superiore a cm 20 e non inferiore a cm 10.

8.3 FONDAZIONI IN MISTO GRANULARE: CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Il materiale in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione, dovrà rispondere alle caratteristiche seguenti:

- 1) l'aggregato non dovrà avere dimensioni superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- 2) granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:
Serie crivelli e setacci UNI

Miscela passante % totale in peso

Crivello 71	100
Crivello 40	75 - 100
Crivello 25	60 - 87
Crivello 10	35 - 67
Crivello 5	25 - 55
Setaccio 2	15 - 40
Setaccio 0,4	7 - 22
Setaccio 0,075	2 - 10

- 3) rapporto tra il passante al setaccio 0.0075 ed il passante 0.4 inferiore a 2/3;
- 4) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;
- 5) equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM, compreso tra 25 e 65. Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia (65) potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35, la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo comma 6;
- 6) indice di portanza CBR dopo 4 giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50. È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di +2% rispetto all'umidità ottima di costipamento.

Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi 1), 2), 4), 5), salvo nel caso citato al comma 5) in cui la miscela abbia un equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

8.4 FONDAZIONI IN MISTO GRANULARE: MODALITÀ ESECUTIVE

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

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

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

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

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla Direzione Lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prove di costipamento).

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHO modificata.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4.50 di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5%, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

8.5 FONDAZIONI IN MISTO GRANULARE: PROVE DI ACCETTAZIONE E CONTROLLO

Prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa dovrà presentare alla D.L. certificati di laboratorio effettuate su campioni di materiale che dimostrino la rispondenza alle caratteristiche sopra descritte. Contemporaneamente l'Impresa dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

I requisiti di accettazione verranno poi accertati con controlli dalla Direzione Lavori in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo effettuato il costipamento.

8.6 STRATI DI BASE: GENERALITÀ

Lo strato di base è costituito da un misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle norme C.N.R. sui materiali stradali - fascicolo IV/1953), impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, vibranti gommati e metallici.

8.7 STRATI DI BASE: CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Inerti

I requisiti di accettazione dei materiali inerti impiegati nei conglomerati bituminosi per lo strato di base dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle norme C.N.R. - 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme B.U. C.N.R. n° 34 (28.03.1973) anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso sarà costituito da frantumati (nella misura non inferiore al 30% della miscela degli inerti) e da ghiaie che dovranno rispondere al seguente requisito:

- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 25%. In ogni caso gli elementi dell'aggregato dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei, inoltre non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali e di frantumazione (la percentuale di queste ultime non dovrà essere inferiore al 30% della miscela delle sabbie) che dovranno rispondere al seguente requisito:

- equivalente in sabbia determinato secondo norma B.U. C.N.R. n° 27 (30.03.1972) superiore a 50.

Gli eventuali additivi, provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri d'asfalto, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- setaccio UNI 0.18 (ASTM n° 80): % passante in peso: 100;
- setaccio UNI 0.075 (ASTM n° 200): % passante in peso: 90. La granulometria dovrà essere eseguita per via umida.

Bitume

Il bitume dovrà essere del tipo di penetrazione 60-70.

Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei bitumi" del C.N.R. -fasc. II/1951, per il bitume 60/80, salvo il valore di penetrazione a 25 °C, che dovrà essere compreso fra 60 e 70 ed il punto di rammollimento, che dovrà essere compreso tra 47 °C e 56 °C. Per la valutazione delle caratteristiche di: penetrazione, punto di rammollimento P.A., punto di rottura Fraas, duttilità e volatilità, si useranno rispettivamente le seguenti normative: B.U. C.N.R. n° 24 (29.12.1971); B.U.

C.N.R. n° 35 (22.11.1973); B.U. C.N.R. n° 43 (6.6.1974); B.U. C.N.R. n° 44 (29.10.1974); B.U. C.N.R. n° 50 (17.03.1976).

Il bitume dovrà avere inoltre un indice di penetrazione, calcolato con la formula appresso riportata, compreso fra -1.0 e +1.0:

$$\text{Indice di penetrazione} = \frac{20u - 500v}{u + 50v}$$

dove:

u = temperatura di rammollimento alla prova "palla-anello" in °C diminuita di 25 °C

v = log. 800 - log. penetrazione bitume in dmm a 25 °C.

Miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie livelli e setacci UNI	Passante % totale in peso
Crivello 40	100
Crivello 30	80 - 100
Crivello 25	70 - 95
Crivello 15	45 - 70
Crivello 10	35 - 60
Crivello 5	25 - 50
Setaccio 2	20 - 40
Setaccio 0.4	6 - 20
Setaccio 0.18	4 - 14
Setaccio 0.075	4 - 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 3.5% e il 4.5% riferito al peso totale degli aggregati.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall - Prova B.U. C.N.R. n° 30 (15.03.1973) eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 7.0 kN (700 kgf); inoltre il valore della rigidezza Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kgf e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 250;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa fra 4% e 7%.

I provini per le misure di stabilità e rigidezza anzidette dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa.

La temperatura di compattazione dovrà essere uguale o superiore a quella di stesa; non dovrà però superare quest'ultima di oltre 10 °C.

8.8 STRATI DI BASE: MODALITÀ ESECUTIVE

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati; resta pertanto escluso l'uso dell'impianto a scarico diretto.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata all'ammannimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni d'acqua che possono

compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 20 secondi.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 150 e 170 °C, e quella del legante tra 150 e 180 °C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0.5%.

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati nei precedenti articoli relativi alle fondazioni stradali in misto granulare.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni, ed esente da difetti dovuti a segregazioni degli elementi litoidi più grossi. Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due o più finitrici.

Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di teloni di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazioni di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 130 °C.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a carico dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità.

La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli gommati o vibrati gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Al termine della compattazione lo strato di base dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa. Tale valutazione sarà eseguita sulla produzione giornaliera secondo norma B.U. C.N.R. n° 40 (30 marzo 1973), su carote di 15 cm di diametro; il valore risulterà dalla media di due prove.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente.

Saranno tollerati scostamenti contenuti nel limite di 10 mm.

8.9 STRATI DI BASE: PROVE DI ACCETTAZIONE E CONTROLLO

L'Impresa ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante, per la relativa accettazione.

L'Impresa è poi tenuta a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Una volta accettata dalla D.L. la composizione proposta, L'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri.

Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso superiore a $\pm 5\%$ e di sabbia superiore a $\pm 3\%$ sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di $\pm 1.5\%$ sulla percentuale di additivo.

Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita di $\pm 0.3\%$. Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito.

In ogni cantiere di lavoro dovrà essere installato a cura e spese dell'Impresa un laboratorio idoneamente attrezzato per le prove ed i controlli in corso di produzione, condotto da personale appositamente addestrato.

In quest'ultimo laboratorio dovranno essere effettuate, quando necessarie, ed almeno con frequenza giornaliera:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione dell'agglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;
- la verifica delle caratteristiche di Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume (B.U. C.N.R. n° 40 del 30.3.1973), media di due prove; percentuale di vuoti (B.U. C.N.R. n° 39 del 23.3.1973), media di due prove; stabilità e rigidità Marshall.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dall'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione Lavori sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

8.10 STRATI DI COLLEGAMENTO E DI USURA: GENERALITÀ

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, in generale, costituita da un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, e precisamente: da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura, secondo quanto stabilito dagli elaborati di progetto.

Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle "Norme per l'accettazione dei

pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, della sabbia, degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R., fascicolo IV/1953), mescolati con bitume a caldo, e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e lisci.

8.11 STRATI DI COLLEGAMENTO E DI USURA: CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Inerti

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme C.N.R., Cap. II del fascicolo IV/1953.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle Norme CNR 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme B.U. C.N.R. n° 34 (28 marzo 1973) anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti.

Per strati di collegamento:

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C131 - AASHO T96, inferiore al 25%;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0.80;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0.015;
- materiale non idrofilo (C.N.R., fascicolo IV/1953).

Nel caso che si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento in periodi umidi od invernali, la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0.5%.

Per strati di usura:

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C131 - AASHO T96, inferiore od uguale al 20%;
- almeno un 30% in peso del materiale della intera miscela deve provenire da frantumazione di rocce che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm² (1400 kgf/cm²), nonché resistenza alla usura minima 0.6;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0.85;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R. fascicolo IV/1953, inferiore a 0.015;
- materiale non idrofilo (C.N.R., fascicolo IV/1953) con limitazione per la perdita in peso allo 0.5%.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell'art. 5 delle Norme del C.N.R. predetto ed in particolare:

- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHO T176, non inferiore al 55%;
- materiale non idrofilo (C.N.R., fascicolo IV/1953) con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso. Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura 2÷5 mm necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto e dovranno risultare alla setacciatura per via secca interamente passanti al setaccio n° 30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n° 200 ASTM.

Legante

Il bitume per gli strati di collegamento e di usura dovrà essere preferibilmente di penetrazione 60-70 salvo diverso avviso della Direzione dei Lavori in relazione alle condizioni locali e stagionali e dovrà rispondere agli stessi requisiti indicati nel paragrafo relativo agli strati di base.

Miscela

Strato di collegamento (binder). La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie livelli e setacci UNI	Passante % totale in peso
Crivello 25	100
Crivello 15	65 - 100
Crivello 10	50 - 80
Crivello 5	30 - 60
Setaccio 2	20 - 45
Setaccio 0.4	7 - 25
Setaccio 0.18	5 - 15
Setaccio 0.075	4 - 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4% ed il 5.5% riferito al peso degli aggregati. Esso dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati.

Il conglomerato bituminoso destinato alla formazione dello strato di collegamento dovrà avere i seguenti requisiti:

- la stabilità Marshall eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 9.0 kN (900 kgf). Inoltre, il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kgf e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300. Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3÷7%. La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato. Riguardo alle misure di stabilità e rigidità sia per i conglomerati bituminosi tipo usura che per quelli tipo binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per gli strati di base.

Strato di usura. La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci UNI	Passante % totale in peso
Crivello 15	100
Crivello 10	70 - 100
Crivello 5	43 - 67
Setaccio 2	25 - 45
Setaccio 0,4	12 - 24
Setaccio 0.18	7 - 15
Setaccio 0.075	6 - 11

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4.5% ed il 6% riferito al peso totale degli aggregati. Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari della miscela addensata non dovrà superare l'80%; il contenuto di bitume della miscela dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza; il valore della stabilità Marshall (prova B.U. C.N.R. n° 30 del 15 marzo 1973) eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 10 kN (1000 kgf). Inoltre, il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kgf e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300. La percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 3% e 6%. La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quelli precedentemente indicati;
- elevatissima resistenza all'usura superficiale;
- sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa;
- grande compattezza: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata dovrà essere compreso fra 4% e 8%.

Ad un anno dall'apertura al traffico il volume dei vuoti residui dovrà invece essere compreso fra 3% e 6% e impermeabilità praticamente totale; il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall, riferentesi alle condizioni di impiego prescelte, in permeamometro a carico costante di 50 cm -6 d'acqua, non dovrà risultare inferiore a 10 cm/sec.

Sia per i conglomerati bituminosi per strato di collegamento che per strato di usura, nel caso in cui la prova Marshall venga effettuata a titolo di controllo della stabilità del conglomerato prodotto, i relativi provini dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento. In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative. Inoltre, poiché la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 25 mm, lo stesso dovrà essere vagliato se necessario.

8.12 STRATI DI COLLEGAMENTO E DI USURA: MODALITÀ ESECUTIVE

Valgono le stesse prescrizioni indicate per gli strati di base, salvo che per il tempo minimo di miscelazione effettiva che, con i limiti di temperatura indicati per il legante e gli aggregati, non dovrà essere inferiore a 25 secondi.

8.13 STRATI DI COLLEGAMENTO E DI USURA: PROVE DI ACCETTAZIONE E CONTROLLO

Valgono le stesse prescrizioni indicate per gli strati di base.

9 TUBAZIONI E RELATIVI PEZZI SPECIALI

9.1 TUBAZIONI IN POLIETILENE AD ALTA DENSITÀ (PEAD) E RELATIVI PEZZI SPECIALI

L'accettazione delle condotte in polietilene ad alta densità da parte della Direzione Lavori è subordinata alla completa osservanza della normativa UNI al riguardo e precisamente UNI EN 12201, UNI EN 13476; l'inosservanza anche di una sola delle specifiche contenute nella precitata normativa e di ogni ulteriore prova e collaudo richiesto dalla Direzione Lavori comporterà il totale rigetto della fornitura da parte di quest'ultima senza che l'appaltatore abbia diritto a risarcimento alcuno.

Le condotte inoltre dovranno essere obbligatoriamente contrassegnate con il marchio di conformità IIP di proprietà dell'Ente Nazionale Italiano di Unificazione UNI gestito dall'Istituto Italiano dei Plastici giuridicamente riconosciuto con D.P.R. n. 120 del 1/2/1975. Le condotte potranno essere dei tipi:

- UNI EN 12201 per condotte in pressione PE100
- UNI EN 13476 per condotte di scarico interrate e per fognature.

L'appaltatore si impegna a dimostrare, con dettagliate relazioni tecniche da sottoporre alla Direzione Lavori, le caratteristiche delle sollecitazioni cui le condotte saranno sottoposte in opera ed in fase di assemblaggio.

In caso di posa subacquea le condotte dovranno obbligatoriamente essere idoneamente appesantite in modo tale da controbilanciare abbondantemente la spinta idrostatica e resistere ad eventuali correnti ortogonali all'asse delle stesse.

La giunzione fra i vari tubi in PEAD UNI-EN 12201 dovrà essere fatta con saldatura testa a testa secondo le modalità della DIN 16932 e le specifiche dell'Istituto Olandese per la saldatura: IIW-XVI "Procedures qualification for Welding of h.d. PE" 71/E; in casi particolari saranno autorizzate, previa presentazione dei relativi disegni e dimensionamenti, giunzioni di tipo flangiato e plastificate; in ogni caso la superficie interna della tubazione nella zona di saldatura dovrà essere perfettamente liscia e non presentare protuberanze o sbavature di sorta.

Per tutto quanto non esplicitamente espresso nel presente articolo si rimanda alla normativa nazionale ed internazionale vigente valendo a parità di condizioni quelle maggiormente restrittive.

Trasporto

Nel trasporto bisogna sopportare i tubi per tutta la loro lunghezza onde evitare di danneggiare le estremità a causa di vibrazioni.

Si devono evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, contatti con corpi taglienti ed acuminati.

Le imbragature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa, di nylon o similari; se si usano cavi di acciaio, i tubi devono essere protetti nella zona di contatto con essi.

Si tenga presente che a basse temperature aumenta la possibilità di rottura dei tubi di PEAD; in tali condizioni quindi tutte le operazioni di movimentazione (trasporto, accatastamento, posa in opera, ecc.) devono essere effettuate con la dovuta cautela.

Carico e scarico

Queste operazioni, come per tutti gli altri materiali, devono essere fatte con grande cura. I tubi non devono essere buttati né fatti strisciare sulle sponde caricandoli sull'automezzo o scaricandoli dallo stesso, ma devono essere accuratamente sollevati ed appoggiati.

Accatastamento

I tubi lisci devono essere immagazzinati su una superficie piana, priva di parti taglienti ed esente da sostanze che potrebbero attaccare i tubi.

I tubi non devono essere accatastati ad un'altezza superiore a 1,50 m, qualunque sia il diametro dei tubi, per evitarne possibili deformazioni nel tempo.

Se i tubi non vengono adoperati per un lungo periodo, devono essere protetti dai raggi solari diretti con schermi opachi che consentano una regolare aerazione.

Dimensioni e spessori dei tubi previsti dalla norma UNI EN 12201 PE100

Diametro esterno mm	PN 6 sp. mm	PN 10 sp. mm	PN 16 sp. mm	PN 25 sp. mm
75	-	4.5	6.8	10.3
90	-	5.4	8.2	12.3
110	-	6.6	10.0	15.1
125	-	7.4	11.4	17.1
140	-	8.3	12.7	19.2
160	6.2	9.5	14.6	21.9
180	6.9	10.7	16.4	24.6
200	7.7	11.9	18.2	27.4
225	8.6	13.4	20.5	30.8
250	9.6	14.8	22.7	34.2
280	10.7	16.6	25.4	38.3
315	12.1	18.7	28.6	43.1
355	13.6	21.1	32.2	48.5
400	15.3	23.7	36.3	54.7

9.2 TUBAZIONI IN ACCIAIO

Per i tubi in acciaio si dovranno adottare le seguenti prescrizioni:

Calcoli statici

Il calcolo statico dei singoli elementi della tubazione (tubi e pezzi speciali) dovrà essere eseguito considerando le massime sollecitazioni a cui saranno sottoposti gli elementi stessi nelle più onerose condizioni di esercizio e di prova in opera.

Le sollecitazioni da determinare, a tubazione vuota ed a tubazione piena, saranno quelle massime indotte dal sovrapporsi degli effetti, opportunamente considerati come agenti dovuti simultaneamente alle seguenti cause:

a) sollecitazioni di carattere normale:

- massima pressione di esercizio, pari a quella a cui sarà sottoposta la tubazione;
- peso proprio della tubazione e peso dell'acqua in essa contenuta;
- carico esterno del terreno di rinfianco e di ricoprimento per l'altezza massima e minima prevista sulla generatrice superiore del tubo. Si assumeranno di norma i seguenti valori, quale peso specifico del terreno il valore medio di 1600 kg/mc e quali altezze di ricoprimento rispettivamente: massima di metri 4 e minima di metri 1,50;
- sovraccarico mobile esterno dovuto al passaggio di un trattore agricolo, dal peso di 10 tonnellate;

b) sollecitazioni di carattere saltuario:

- massima pressione di prova in opera, pari a quella di esercizio incrementata di 10 atm;
- variazioni termiche, a tubazione sia vuota sia riempita con acqua a 10°C, da prevedersi sia nel caso di condotta scoperta sia interrata;

c) sollecitazione di carattere eccezionale:

- sovraccarico mobile esterno dovuto al passaggio del più oneroso carico previsto tra gli schemi indicati nella circolare n. 384 del 14 febbraio 1961 del Consiglio Superiore dei LL.PP.
- depressione pari ad 1 atm nell'interno della condotta, provocata dal mancato funzionamento delle valvole di rientrata d'aria.

Nelle condotte interrate le sollecitazioni dovute ai carichi esterni debbono essere determinate tenendo conto, secondo la teoria di De Saedeller, della deformabilità dei tubi e della reazione laterale del terreno, assumendo quale coefficiente di reazione un valore pari a $K = 2$.

La spinta esterna verticale del terreno di ricoprimento deve essere valutata mediante l'esperienza di Marston per il carico totale agente verticalmente su tubi flessibili interrati in trincea, assumendo quale coefficiente K quello che risulta dal diagramma dello stesso Marston per le altezze di ricoprimento massime e minime (curva C per terreni compatti), quale larghezza B della trincea il valore $D+0,600,80$ e ripartendo il carico totale su un arco di tubo di 90 gradi.

La spinta esterna verticale prodotta dal sovraccarico accidentale deve essere valutata mediante l'espressione data da Bousinesq per la distribuzione di carichi nel terreno.

Potrà essere prevista una reazione di appoggio del terreno ripartita uniformemente su un arco di 90 gradi.

Nelle condotte all'aperto si dovrà tener conto delle sollecitazioni prodotte dai vincoli fissi o mobili, assumendo i seguenti coefficienti di attrito:

- appoggi striscianti su superfici metalliche $f = 0,4$
- giunti di dilatazione $f = 0,3$

Nella verifica di stabilità dei singoli elementi della tubazione si assumeranno i seguenti gradi di sicurezza riferiti al carico unitario di snervamento del materiale usato:

- per la massima sollecitazione di carattere normale: 2;
- per la massima sollecitazione di carattere saltuario: 1,5;
- per la massima sollecitazione di carattere eccezionale: 1,3;

Dovrà inoltre effettuarsi la verifica alla instabilità elastica, secondo la formula (187) del Timoschenko - Scienza delle Costruzioni - vol. II, per tubo scoperto soggetto a depressione interna di 1 atm, assumendo grado di sicurezza 1,30.

Il calcolo statico sviluppato secondo le indicazioni sopra riportate dovrà essere sottoposto all'approvazione della Direzione Lavori prima di dar corso alla costruzione dei tubi e pezzi speciali.

Scarico, maneggio, trasporto, sfilamento dei tubi

Onde evitare danni alle testate dei tubi od al loro rivestimento, lo scarico ed il maneggio di questi, per diametri superiori al diametro 150 mm, dovranno essere eseguiti con l'impiego di fasce o di briglie atte ad agganciare il tubo alle estremità.

Detti accessori dovranno essere di tipo approvato dalla Direzione Lavori. Non è permesso lo scarico dei tubi facendoli rotolare direttamente dagli autocarri.

In caso di trasferimenti di tubi già accatastati o sfilati, il maneggio degli stessi dovrà essere effettuato con le stesse modalità di cui sopra.

Per l'accatastamento dei tubi fasciati dovranno essere impiegati, sia sul terreno che fra i diversi strati di tubi, listelli di legno di dimensioni e numero sufficienti a garantire l'integrità del rivestimento.

Per diametri uguali o superiori ai 300 mm, le catoste potranno al massimo essere costituite da tre strati.

Il trasporto e lo sfilamento dovranno essere effettuati con mezzi idonei ad evitare danni alle testate, ovalizzazioni o ammaccature al tubo e lesioni al suo rivestimento.

È vietato lo slittamento e il trascinarsi dei tubi. L'appaltatore sarà responsabile dello smistamento dei tubi in relazione al loro diametro, spessore e tipo di rivestimento come precisato dal progetto o dalle particolari disposizioni emanate dalla Direzione Lavori.

Ogni spostamento di tubi risultante dall'inosservanza di quanto sopra sarà a carico dell'appaltatore.

Pulizia dei tubi, verifica e preparazione delle testate

Prima dell'allineamento per la saldatura, il tubo dovrà essere pulito internamente con scovoli atti a rimuovere tutto lo sporco ed ogni frammento che possa disturbare o danneggiare l'installazione.

La medesima operazione di pulizia dovrà essere fatta alle valvole ed agli altri pezzi speciali.

Alla fine di ogni giorno di lavoro le estremità della linea in costruzione dovranno essere chiuse con un fondello metallico di tipo approvato dalla Direzione Lavori, tale da impedire l'entrata di acqua e di corpi estranei nella tubazione sino alla ripresa del lavoro.

Per tubi di diametro superiore a Ø 300 mm tale fondello dovrà essere applicato tutte le volte che l'estremità libera di una qualsiasi tubazione verrà lasciata incustodita e dovrà essere del tipo che esiga una apposita attrezzatura per essere rimossa (es. puntato a saldatura o bloccato a pressione). Le testate dei tubi dovranno essere perfettamente ripulite da vernici, grassi, bave, terra, ecc. con un metodo approvato dalla Direzione Lavori, in modo da evitare difetti nell'esecuzione delle saldature. Prima dell'accoppiamento le testate dei tubi dovranno essere, a cura dell'appaltatore, controllate al fine di verificare che le ovalizzazioni siano contenute entro le tolleranze qui riportate: Tolleranza sul diametro esterno

- La tolleranza è del $\pm 1\%$ con un minimo di $\pm 0,5$ mm e, per tubi senza saldatura con Ø 700, del $\pm 1,5\%$.
- In funzione del tipo di giunto, previo accordo all'ordinazione, possono essere prescritte, per una lunghezza delle estremità calibrate non minore di 100 mm, le tolleranze seguenti:
 $+1,6$ mm, per tubi con Ø < 250;
 $-0,4 \div +2,5$ mm, per tubi con Ø > 250

A giudizio della Direzione Lavori eventuali difetti non contenuti nella tolleranza, potranno essere riparati a cura e spese dell'appaltatore utilizzando martelli od altri utensili di bronzo od ottone.

I difetti che non potranno essere riparati saranno eliminati tagliando la parte difettosa.

I tubi non corrispondenti alle specifiche norme ed aventi difetti superficiali non riparabili dovranno essere scartati con l'approvazione della Direzione Lavori e formeranno oggetto di segnalazione scritta alla Committente.

Tutti i tagli che dovranno essere effettuati saranno fatti secondo un piano normale all'asse del tubo ed eseguiti esclusivamente con apposita apparecchiatura.

Il bordo del taglio dovrà essere rifinito ed aggiustato con l'uso di una mola o mediante lima.

Curve

La posizione e le caratteristiche geometriche di ogni curva, prefabbricata o non, dovranno essere rispondenti al progetto.

In caso contrario prima del montaggio dovrà essere ottenuta, caso per caso, l'approvazione della Direzione Lavori

È ammesso il montaggio di curve costruite a freddo con idonea macchina piegatubi e rispondenti alle seguenti specifiche:

- l'ovalizzazione, intesa come differenza fra il diametro massimo e minimo, non dovrà essere superiore al 2,50% del diametro nominale;
- l'ovalizzazione potrà essere controllata mediante un calibro costituito da due dischi in lamiera di diametro uguale al 97,5% del diametro interno nominale del tubo accoppiati rigidamente ad una distanza pari ad un diametro;
- il raggio di curvatura non dovrà essere minore di 5 volte il diametro esterno della condotta;
- ogni tubo che presenterà ammaccature, rotture od altri segni evidenti di danni in seguito all'operazione di curvatura, dovrà essere sostituito a cura e spese dell'appaltatore.

Saldatura elettrica

Specifiche delle saldature - Le saldature su tubi del diametro di 100 mm ed oltre dovranno essere fatte mediante un processo manuale ad arco secondo la regolamentazione stabilita dalle "Norme API Standard 1104 per saldature delle condotte" e dalle "Norme per l'esecuzione in cantiere ed il collaudo delle giunzioni circonferenziali mediante saldatura dei tubi d'acciaio per condotte d'acqua" redatte dalla Sottocommissione Saldatura Tubi in Acciaio.

Forniture ed attrezzature per le saldature - L'appaltatore sarà tenuto a fornire tutte le attrezzature per la saldatura ivi compresi gli elettrodi conformi alle specifiche. Tutti gli elettrodi impiegati dovranno essere di tipo approvato dalla Direzione Lavori in accordo con le norme API 1104.

Nell'esecuzione della saldatura, i valori di tensione e di corrente saranno conformi a quanto raccomandato per ogni tipo di elettrodo impiegato.

Gli elettrodi verranno immagazzinati ed usati in accordo con le norme API 1104.

A giudizio della Direzione Lavori verranno scartati quelli che presentino segni di deterioramento. Procedimento di saldatura - La procedura di saldatura dovrà essere definita a soddisfazione della Direzione Lavori.

Il numero delle passate richieste dipenderà dallo spessore del tubo e non sarà minore di tre inclusa la prima; due passate contigue non dovranno essere iniziate nel medesimo punto.

Alla fine di ogni passata la saldatura dovrà essere pulita e raschiata da tutte le incrostazioni onde permettere un costante controllo visivo da parte della Direzione Lavori, che dovrà approvare il proseguimento dei lavori relativi all'esecuzione delle passate successive.

Tale controllo verrà eseguito in modo da non pregiudicare, nei limiti del possibile, l'andamento dei lavori di montaggio. La prima passata dovrà risultare piena, con una completa penetrazione sui bordi e preferibilmente con una piccola quantità di rinforzo alla base.

Completata la saldatura, questa dovrà essere pulita da tutte le scorie e dal materiale ossidato onde permettere una ispezione visiva.

Il tratto di tubazione saldato solo con la prima e la seconda passata dovrà essere limitato ad un massimo di 1000 ml alla fine di ogni giorno di lavoro, purché espressamente permesso dalla Direzione Lavori.

In nessun caso una saldatura dovrà essere limitata alla prima sola passata.

In caso di cattivo tempo l'esecuzione delle saldature dovrà essere protetta dalla pioggia e dal vento e nessuna saldatura verrà eseguita a tubo umido, a meno che i giunti da saldare non vengano preriscaldati fino ad evaporazione dell'umidità.

Per tutte le operazioni di saldatura nessuna deroga sarà ammessa alle norme API 1104, né l'appaltatore, in nessun caso, sarà sollevato dalle responsabilità e dagli oneri derivanti dall'inosservanza di questa prescrizione.

Qualora da parte di Enti od Autorità preposte al controllo dei lavori fossero imposte norme più restrittive, l'appaltatore sarà tenuto ad uniformarsi a tali prescrizioni

Preriscaldamento - L'appaltatore dovrà provvedere al preriscaldamento delle estremità dei tubi e dei raccordi, con le modalità fissate nella procedura per la saldatura di cui al precedente paragrafo, quando richiesto dalla Direzione Lavori

In particolare, il preriscaldamento è richiesto quando la temperatura ambiente sia inferiore ai 4°C e per l'esecuzione delle saldature relative alla messa in opera delle valvole d'intercettazione e dei pezzi speciali aventi spessori diversi da quelli della tubazione.

Tipi e sezioni degli elettrodi - Tutti gli elettrodi saranno strettamente conformi ai requisiti specificati nelle norme API 1104.

Il numero di classificazione del metallo di riempimento, la misura degli elettrodi usati per ciascuna passata, il numero e l'intervallo di tempo fra le passate ed il numero dei saldatori operanti simultaneamente sui vari punti, dovranno essere strettamente in accordo con la qualifica di procedura riguardante la saldatura di cui alle norme suddette.

Qualifica dei saldatori - Potranno effettuare giunzioni saldate solo i saldatori qualificati con i procedimenti descritti nelle norme API 1104 e dalle tabelle UNI 4633.

La Committente potrà richiedere che la qualifica venga esibita alla presenza di un suo rappresentante. A ciascun saldatore qualificato l'appaltatore fornirà un documento riportante la data, i risultati della prova di qualifica ed il contrassegno di riconoscimento (numero d'identificazione).

Il saldatore sarà tenuto ad esibire detto documento ad ogni richiesta della Direzione Lavori, la quale si riserva il diritto di prelevare, a cura e spese dell'appaltatore, una saldatura per ogni saldatore al fine di controllarne la capacità dichiarata dall'appaltatore.

L'appaltatore sosterrà tutte le spese dei tagli, delle sostituzioni e dei provini di collaudo connessi con tutte le prove di cui sopra.

Qualora Autorità ed Enti preposti per i controlli e la sicurezza delle saldature richiedessero di effettuare direttamente o con modalità diverse la qualifica dei saldatori, l'appaltatore sarà obbligato ad uniformarsi a tali disposizioni, assumendo a suo carico tutti gli oneri relativi.

Tale qualifica, a giudizio della Committente, potrà sostituire quella prevista in questo paragrafo.

Identificazione delle saldature - Prima dell'inizio dei lavori l'appaltatore consegnerà alla Direzione Lavori l'elenco nominativo dei saldatori che verranno impiegati.

Tale elenco sarà completo del numero di identificazione di cui al precedente paragrafo.

Ogni saldatore imprimerà sul tubo, in vicinanza delle saldature, il numero di identificazione consegnatogli nel modo seguente:

- i saldatori di prima passata apporranno, mediante punzone, il loro numero sulla tubazione in corrispondenza del punto iniziale della saldatura dopo che l'avranno eseguita;
- gli altri saldatori apporranno il loro numero nella stessa maniera sotto quello dei saldatori di prima passata e secondo l'ordine con cui verranno eseguite le successive passate.

Se un saldatore dovrà essere sostituito o allontanato il numero a lui assegnato sarà annullato.

È fatto espresso divieto di far operare in cantiere saldatori senza il preventivo benestare della Direzione Lavori

Le saldature effettuate da saldatori non espressamente accettati dovranno essere eliminate.

Ispezione e collaudo delle saldature in cantiere - La Committente, direttamente od attraverso la Direzione Lavori, avrà la facoltà di controllare che le saldature siano state eseguite in accordo con le norme esistenti e secondo le istruzioni date.

Controllo distruttivo delle saldature - La Committente o la Direzione Lavori avranno la facoltà di ordinare il prelievo di provini da sottoporre a prova distruttiva in ragione dell'1% delle saldature eseguite.

I prelievi ed il rifacimento delle saldature saranno eseguiti a cura e spese dell'appaltatore.

Qualora in eccedenza a quanto sopra stabilito vengano ordinati prelievi di altri provini, l'appaltatore dovrà provvedere al taglio ed al rifacimento della saldatura.

Gli oneri relativi a tali ultime operazioni saranno a carico della Committente in caso di esito positivo della prova ed a carico invece dell'appaltatore qualora la saldatura risultasse difettosa.

Le prove distruttive verranno eseguite in conformità della procedura prevista dalle norme API 1104.

Controllo non distruttivo delle saldature - Le prove non distruttive potranno venire eseguite a cura di Ditte specializzate ed a carico dell'appaltatore, su incarico della Committente o dell'Appaltatore, sia con ultrasuoni che con metodo radiografico o con entrambi a richiesta della Committente, in relazione al tipo di giunto.

Gli esiti del controllo dovranno essere comunicati con tempestività alla Direzione Lavori, onde evitare, nei limiti del possibile, ritardi nell'avanzamento delle operazioni di saldatura.

Tutta la documentazione riguardante i controlli non distruttivi dovrà, in ogni momento, essere a disposizione della Direzione Lavori

Le saldature denunciate difettose al controllo con ultrasuoni dovranno essere sottoposte a controllo radiografico al fine di accertare la natura del difetto.

Il controllo radiografico verrà eseguito mediante raggi X od altro metodo a facoltà della Committente ed applicando i criteri di accettabilità contenuti nelle norme API 1104.

Il controllo verrà effettuato come sotto specificato:

- su 10 o 50 saldature complete, scelte dalla Direzione Lavori su un gruppo di 100 contigue, a seconda che si tratti di controllo radiografico o con ultrasuoni;
- su 20 o 100 saldature complete, scelte dalla Direzione Lavori su un gruppo di 100 contigue, quando vengano messi in opera tubi di recupero ed a seconda che si tratti di controllo radiografico o con ultrasuoni.

Per ogni saldatura controllata radiograficamente, che in base alle succitate norme dovrà essere tagliata, i controlli radiografici verranno estesi ad altre 5 saldature complete scelte dalla Direzione Lavori, e così di seguito.

Il relativo onere sarà a carico dell'appaltatore.

Le percentuali sopra indicate si riferiscono a tubazioni posate in zone non urbane.

Per tubazioni da posare in città o comunque in zone a carattere particolare potranno essere richieste percentuali maggiori di quelle suddette.

Saranno inoltre soggette a controllo radiografico, in quanto obbligatoriamente dovranno essere eseguite di testa:

tutte le saldature di collegamento escluse dal precollaudo o dal collaudo idraulico;

- tutte le saldature degli attraversamenti fluviali subalveo;
- tutte le saldature degli attraversamenti ferro-tranviari e di strade statali e comunque tutte le saldature che, in opera, saranno chiuse entro tubi e cunicoli di protezione;
- tutte le saldature dei pezzi speciali, ivi compresi le curve prefabbricate, i pezzi a T e i raccordi tra i diametri e spessori nominali diversi;
- tutte le saldature connesse all'inserimento dei piatti di prova per il collaudo ad alta pressione; - a discrezione della Direzione Lavori, le saldature di altri attraversamenti di particolare importanza. Accettabilità, taglio e riparazioni delle saldature - I criteri di accettabilità saranno, di regola, quelli contenuti nelle norme API 1104.

La Committente si riserva la facoltà di seguire eventuali altri criteri assumendo a proprio carico le relative spese.

Nel taglio delle saldature non accettabili il ricollegamento della colonna sarà fatto inserendo un tronchetto di lunghezza non inferiore a 50 cm o spostando un tronco di colonna saldata fino alla giusta posizione; le saldature ripetute dovranno essere di nuovo radiografate e le spese relative saranno a carico dell'appaltatore.

Tutte le operazioni inerenti all'eliminazione delle saldature classificate non accettabili e le riparazioni delle saldature difettose verranno eseguite a cura e spese dell'appaltatore con l'approvazione della Direzione Lavori e comunque in accordo con le norme API 1104.

Precollaudo - Prima di rivestire e posare la tubazione, le saldature verranno sottoposte a prove di tenuta con aria compressa alla pressione di 7 atm.

La tenuta verrà controllata, quando il tronco sarà sotto pressione, ricoprendo esternamente ogni saldatura del tronco con soluzione di acqua e sapone e martellando la saldatura stessa con adatto martello.

Le saldature che presenteranno una qualsiasi perdita verranno tagliate, rifatte e controllate radiograficamente secondo quanto previsto in precedenza, a cura e spese dell'appaltatore. Le saldature di collegamento dei tronchi di linea non saranno sottoposte a precollauda.

Rivestimento delle tubazioni e dei giunti

Il rivestimento di tratti di condotta eventualmente fornita nuda potrà essere eseguito sia in cantiere che in linea, e le modalità della sua esecuzione dovranno ottenere l'approvazione della Direzione Lavori

Il rivestimento delle tubazioni nude e dei giunti sarà normalmente così eseguito:

- sulla superficie resa preventivamente pulita ed asciutta si applicano una o più mani di vernice bituminosa (ottenibile sciogliendo 45 parti di bitume ossidato e 55 parti di toluolo); a questa viene affidato il compito di assicurare l'aderenza del successivo rivestimento alla superficie metallica, aderenza che per essere assicurata richiede un completo essiccamento della vernice;
- applicazione di uno strato di bitume fuso; questo dovrà avere uno spessore non inferiore a 2 mm, essere continuo su tutta la sua estensione ed estendersi in modo da andare a sovrapporsi alla parte estrema del rivestimento preesistente; l'applicazione del bitume potrà essere eseguita in uno o più tempi lasciando raffreddare lo strato precedente e ciò fino ad avere raggiunto almeno lo spessore sopradetto; per l'applicazione del bitume specialmente nella parte inferiore del tubo ci si potrà aiutare con pennello a spatola o batuffolo di tessuto di vetroflex legato ad un bastoncino in modo da assicurare l'applicazione dello strato voluto di ca. 2 ÷ 3 mm di spessore su tutta la superficie del tubo da rivestire;
- applicazione a caldo di due o più fasciature di nastro di tessuto di vetroflex abbondantemente imbevuto di bitume fuso; queste fasciature verranno avvolte in modo da realizzare un efficace protezione meccanica del sottostante strato di bitume e dovranno ricoprire anche le zone terminali del rivestimento adiacente alla superficie da rivestire; l'avvolgimento di nastro di vetroflex verrà eseguito esercitando una certa trazione in modo da assicurare la sua aderenza al sottostante bitume ed evitare nel modo più assoluto che si formino sacche e vuoti;
- detto rivestimento verrà applicato in modo che esso abbia uno spessore pari a quello applicato sui tubi in fabbrica. Lo spessore complessivo dovrà essere comunque pari a 5 ÷ 6 mm.

Pulizia ed ispezione

Prima dell'applicazione dello strato di bitume fuso la superficie del tubo dovrà essere pulita da qualunque incrostazione, vernice, ecc., e soprattutto dalla ruggine mediante solventi e macchine pulitrici approvate dalla Direzione Lavori e mantenute in buone condizioni di lavoro.

A seconda dei casi potrà essere richiesta dalla Direzione Lavori anche la pulizia con spazzole a mano; speciale attenzione verrà posta nella pulizia della giunzione longitudinale dei tubi saldati longitudinalmente.

Durante la pulizia verrà eseguita una accurata ispezione della superficie del tubo per accertare eventuali danneggiamenti quali incisioni, ammaccature, ecc.

I danni riscontrati dovranno essere riparati a cura e spese dell'appaltatore.

Applicazione dello strato di bitume fuso - L'applicazione del bitume fuso sarà eseguita immediatamente dopo la pulizia della superficie della tubazione che dovrà risultare perfettamente asciutta.

Successivamente dovranno essere eliminate le sbavature ed il bitume applicato in eccesso.

L'appaltatore dovrà inoltre prendere ogni precauzione al fine di evitare che il tubo verniciato venga a contatto col terreno e comunque sporcato da olio, grasso, fango od altro.

Applicazione a caldo del nastro di tessuto di vetroflex

Il nastro di tessuto di vetroflex, imbevuto di bitume fuso, verrà applicato sullo smalto bituminoso in modo che la fascia sia immersa nello smalto ed il ricoprimento delle spire avvenga per non meno di cm 2.

In caso di rottura della fascia o di cambiamento di bobina, la ripresa sarà eseguita con un ricoprimento pari ad almeno un intero avvolgimento previa spalmatura di un conveniente strato di bitume.

Controllo del rivestimento

A cura e spese dell'appaltatore ed alla presenza della Direzione Lavori verranno eseguiti controlli al rivestimento con le modalità appresso indicate.

Sistematicamente ed immediatamente prima della posa verrà effettuato su tutto il rivestimento un controllo mediante un rilevatore a scintilla (detector) munito di spazzola di tipo appropriato ed approvato dalla Direzione Lavori

La tensione di prova dovrà avere un valore compreso fra 10000-15000 Volts.

La Direzione Lavori avrà inoltre la facoltà di procedere al prelievo di campioni del rivestimento per le necessarie verifiche.

I tasselli, delle dimensioni di cm 10x10 circa, saranno prelevati dopo che il rivestimento avrà raggiunto la temperatura ambientale, mediante una netta incisione perimetrale, in ragione massima di 10 ogni km ed almeno tre di essi saranno prelevati sulla parte inferiore della condotta.

Qualora vengano riscontrati difetti la Direzione Lavori avrà la facoltà di aumentare il numero dei prelievi a sua discrezione.

L'esame dei campioni dovrà accertare che:

- lo spessore del rivestimento sia compreso entro i limiti precedentemente stabiliti;
- gli strati delle differenti componenti del rivestimento si presentino nella successione e secondo gli spessori prescritti;
- il velo di vetro si trovi completamente immerso nello smalto bituminoso e non sia mai a contatto con la tubazione;
- il tassello prelevato ed i bordi dello stesso non presentino scollature e superfici nette di separazione tra rivestimento e strato di vernice di fondo o tra questa e la superficie metallica della tubazione;
- non esistano tracce di depositi carboniosi provocati da surriscaldamento delle miscele bituminose nelle caldaie.

Riparazioni del rivestimento

Quando la natura e l'estensione dei difetti del rivestimento, riscontrati durante i controlli, siano tali da compromettere a giudizio della Direzione Lavori le sue funzioni protettive, la tratta di condotta dovrà essere interamente scorticata e ripulita accuratamente prima di procedere al rifacimento stesso; quanto sopra a cura e spese dell'Appaltatore.

In ogni altro caso, i difetti saranno riparati alla presenza della Direzione Lavori e secondo le direttive della stessa, sempre a cura e spese dell'Appaltatore, adottando tutti gli accorgimenti ritenuti necessari per ottenere la sua perfetta efficienza.

L'attività di controllo della Direzione Lavori sarà coordinata con le operazioni dell'appaltatore in modo da evitare, nei limiti del possibile, che le operazioni di fasciatura e di riparazione o rifacimento del rivestimento subiscano ritardi.

Rivestimento interno delle tubazioni in resina epossidica

Il rivestimento interno deve essere realizzato in resina epossidica bicomponente, mediante verniciatura, con prodotti che risultino idonei al contatto con acqua potabile, in conformità a quanto previsto dalle vigenti leggi: D.M. 21/3/73 - Circolare del Ministero della Sanità n. 102 del 02/12/1978. L'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori la certificazione prodotta da un laboratorio specializzato che i materiali impiegati sono in conformità alla sopracitata legge.

Il rivestimento deve essere applicato mediante sistema air-less su una superficie asciutta ed esente da sostanze estranee (oli, grassi, ecc.), ed opportunamente sabbiata mediante proiezione di graniglia metallica, fino ad ottenere un grado di finitura Sa 2 1/2.

- caratteristiche del rivestimento interno applicato (in resina epossidica)

ASPETTO

Il rivestimento applicato deve presentarsi all'esame visivo come una superficie levigata e speculare, priva di difetti di verniciatura (colature, spirali, gocce, ecc.) di colore uniforme, aspetto omogeneo, e senza alcun difetto di laminazione riguardo alla superficie metallica.

SPESSORE

Lo spessore minimo secco del rivestimento deve risultare pari a 250 micron (0,250 mm) e lo spessore massimo può risultare pari a 400 micron (0,400 mm).

FINITURA ESTREMITA'

Le estremità dei tubi devono essere prive di rivestimento per una larghezza di 20-30 mm e trattate con protettivo temporaneo (durata minima 1 anno).

PROVA DI ADERENZA

La prova di aderenza si effettua sui tubi dopo il periodo necessario alla completa essiccazione del rivestimento.

Essa consiste nell'incidere mediante una lama di coltello la superficie verniciata, con due incisioni a metallo incrociate, e quindi scalzare il rivestimento nelle zone incise. L'esito della prova è positivo se

il rivestimento non viene rimosso sotto forma di grosse scaglie e non presenta stratificazioni. - prove di collaudo relative al rivestimento interno e certificazione

Tutti i tubi devono essere ispezionati per l'esame visivo dell'aspetto del rivestimento interno.

Nel caso in cui si riscontrino dei difetti, se questi si estendono per un'area superiore al 10% della superficie rivestita, il tubo in oggetto deve essere sottoposto ad un secondo ciclo di lavorazione (eliminazione del rivestimento realizzato e riesecuzione dello stesso).

- Prove non sistematiche

Le seguenti prove devono essere effettuate con la frequenza di seguito specificata:

a) Misura dello spessore

Misura effettuata ad umido con spessimetro a pettine su uno o più tubi, in un numero di punti significativo, ad ogni inizio lavorazione o dopo interruzioni della produzione superiori a 2 h.

Misura effettuata a secco con spessimetri magnetici (errore max $\pm 10\%$) in un numero significativo di punti, su un tubo per ogni turno di 8 h di lavorazione.

b) Prova di aderenza

Prova effettuata su un tubo ogni 200 tubi dell'ordinativo o una prova per ogni turno di produzione di 8 h.

Nel caso in cui i risultati delle prove di cui al punto due I° e II° comma non siano conformi a quanto richiesto, i tubi sui quali sono state effettuate le prove devono essere sottoposti ad un secondo ciclo di lavorazione. Inoltre, la prova i cui risultati non siano conformi deve essere ripetuta su un numero doppio di tubi prodotti (scelti tra quelli prodotti subito prima e dopo i tubi sottoposti inizialmente alle prove). Nel caso in cui i risultati delle riprove siano positivi la produzione è dichiarata conforme, nel caso in cui i risultati non siano positivi il fornitore deve concordare con l'acquirente un piano di prove più dettagliato per definire l'accettazione o meno dei tubi rivestiti.

Certificazione

I risultati delle prove di collaudo devono essere registrati e forniti come certificazione nei confronti dell'acquirente. Tutte le materie prime utilizzate, relativamente ad ogni lotto, devono essere accompagnate all'atto della fornitura da un certificato di analisi (con le prove inerenti le caratteristiche fisico-chimiche principali). Tale certificazione deve essere trasmessa dal rivenditore all'acquirente. - riparazioni sul rivestimento interno

Le riparazioni realizzate possono interessare al massimo il 10% della superficie interna dei tubi. Per le riparazioni deve essere utilizzata la stessa resina epossidica applicata per il rivestimento interno del tubo.

La riparazione si esegue nel seguente modo:

- si effettua sulla zona da riparare una leggera smerigliatura fino ad ottenere una superficie metallica completamente pulita;
- si rimuove la polvere ed ogni altro residuo dalla zona da riparare;

- si applicano sulla zona interessata a spruzzo o pennello una o più mani di resina epossidica, precedentemente preparata, fino ad ottenere lo spessore secco di 250 micron.
- operazioni da effettuare al montaggio della condotta

Dopo aver effettuato la saldatura dei tubi è necessario procedere al rivestimento della zona di giunzione per realizzare la continuità del rivestimento. - esecuzione del rivestimento interno sulla zona di saldatura dopo aver effettuato la saldatura dei tubi è necessario procedere al rivestimento interno della zona di giunzione per realizzare la continuità del rivestimento interno.

Questa operazione deve essere realizzata per tubi di diametro superiore o uguale a 400 mm; per tubi di diametro inferiore l'operazione può anche non essere effettuata.

L'operazione deve avvenire secondo la procedura di seguito indicata:

- effettuare sulle estremità non rivestite interne dei tubi (20-30 mm) una leggera smerigliatura fino ad ottenere una superficie metallica completamente pulita.
- dopo aver realizzato la saldatura rimuovere ogni residuo dalla zona interna di giunzione mediante energica spazzolatura.
- applicare sulla zona interessata a pennello o spruzzo uno strato di resina epossidica, precedentemente preparata, sino ad ottenere lo spessore secco di circa 250 micron (durante l'operazione avere cura di non danneggiare il rivestimento interno preesistente).
- Rivestimento esterno in polietilene delle tubazioni in acciaio

Il rivestimento esterno in polietilene da realizzare mediante processo di estrusione a caldo deve essere del tipo a triplo strato, in conformità alla norma UNI 9099/89.

Esso deve essere composto da:

- a) Strato di fondo - costituito da primer epossidico liquido o in polvere con spessore minimo di 10 micron (0,010 mm).
- b) Strato intermedio - costituito da adesivo polietilenico, spessore 150 - 400 micron.
- c) Strato protettivo - costituito da polietilene a bassa densità additivato con nero fumo (2% - 3%) ed antiossidanti (a completamento dello spessore totale e con funzione di protezione meccanica).

Il processo di applicazione del rivestimento in polietilene in relazione al diametro ed al tipo di tubo in acciaio (senza saldatura, saldato a resistenza, saldato ad arco sommerso ecc.) può avvenire per estrusione circolare su tubo che avanza con moto rettilineo o per estrusione laterale su tubo che avanza con moto a spirale.

Il polietilene utilizzato deve avere le seguenti caratteristiche principali:

- Densità (ISO 1183): 0,93-0,94 g/cm³
- Indice di fluidità (ISO 1133 cond. 4 190/2,16): 0,2-0,5 g/10'

Il rivestimento deve essere applicato su una superficie asciutta ed esente da sostanze estranee (oli, grassi, ecc....) ed opportunamente sabbiata mediante proiezione di graniglia metallica, fino ad ottenere un grado di finitura Sa 2 1/2 secondo norme SIS 05 59 00.

CARATTERISTICHE DEL RIVESTIMENTO ESTERNO APPLICATO

- ASPETTO

Il rivestimento ad esame visivo, deve presentarsi uniforme ed omogeneo di colore nero, privo di sacche d'aria e lacerazioni.

- SPESSORE

Lo spessore totale del rivestimento misurato in qualsivoglia punto della superficie deve risultare pari a:

Diametro nominale (mm)	Spessore minimo assoluto (mm)	Spessore minimo medio (mm) *
100	1.6	1.8
150 - 250	1.8	2.0
300 - 450	2.0	2.2
500 - 750	2.2	2.5
800 - 1500	2.7	3.0

* Valore medio ottenuto mediante tre misure effettuate a circa 120° sulla circonferenza
CONTINUITA' DIELETTICA

Il rivestimento di ciascun tubo deve essere sottoposto sull'intera superficie al controllo della continuità dielettrica mediante strumento Holiday Detector, tensione impulsiva 25 kV.

FINITURA DELLE ESTREMITA'

Le estremità dei tubi devono essere prive di rivestimento per una larghezza di 100 - 150 mm e trattate con protettivo temporaneo (durata protezione circa 1 anno).

La parte terminale del rivestimento deve essere smussata con angolo da 15° a 45°. Per i tubi di diametro nominale da 100 a 250 mm l'estremità del rivestimento non deve essere smussata (taglio a 90°).

PROVA DI ADERENZA

La prova deve essere eseguita a temperatura ambiente. Per effettuare tale operazione, il rivestimento in polietilene viene inciso lungo la circonferenza, formando una striscia larga minimo 20 e max 50 mm. La striscia viene tirata, con dispositivo corredato di dinamometro, a 90° rispetto alla superficie del tubo ad una velocità di 10 mm al minuto.

La forza necessaria a tale scopo viene misurata e rappresenta la forza di aderenza del rivestimento applicato sul tubo.

Il valore minimo per l'accettazione del prodotto deve essere di 17,5 kg/50 mm (3,5 N/mm).

RESISTENZA ALL'URTO

La prova deve essere eseguita a temperatura ambiente. L'apparecchiatura da impiegare è costituita da:

- una guida tubolare dritta graduata non flessibile, avente una superficie interna liscia e regolare, una lunghezza di almeno 1.50 m ed un diametro interno non superiore a 60 mm.
- Un dardo da scorrere liberamente dentro l'asta con testa di acciaio, con diametro di 25 mm. Il peso del dardo deve essere regolare e pari a (0.51 t) kg (dove t è lo spessore medio, in millimetri, misurato in precedenza sul rivestimento in esame). A questo peso corrisponde

una energia di urto pari a 5 J per ogni millimetro di rivestimento (altezza di caduta 1 m). La determinazione della resistenza all'urto deve essere effettuata con il seguente procedimento:

- i. disporre il tubo campione in modo stabile e scegliere 20 punti per l'impatto sulla generatrice più alta
- ii. introdurre il dardo nella guida tubolare, con la testa emisferica rivolta verso il basso e tenuta a distanza di 1.00 m dalla superficie del tubo
- iii. effettuato l'impatto, si controlla nell'area di urto la presenza di eventuali discontinuità nel rivestimento mediante holiday detector (25 KV).

Il rivestimento risulta accettabile, come resistenza all'urto, soltanto se in nessuno dei punti di impatto l'apparecchio segnala la presenza di discontinuità.

RESISTENZA ALLA PENETRAZIONE

La prova deve essere eseguita su 3 campioni di rivestimento non deformati a temperatura ambiente. L'apparecchiatura da utilizzare è costituita essenzialmente da un penetratore del peso di 0.25 kg la cui estremità (che sarà a contatto con la provetta) ha forma cilindrica con diametro di 1.8 mm (sezione di contatto 2.50 mm²).

Essa è corredata da un peso addizionale di 2.30 kg da fissare sul penetratore e da un comparatore idoneo a misurare le profondità di penetrazione con la precisione assoluta di $\pm 0,01$ mm.

La prova si effettua con il seguente procedimento:

- viene applicato sulla provetta l'estremità del penetratore, senza peso addizionale;
- viene rilevato dopo 5 s. il valore zero di riferimento;
- viene applicato il peso addizionale e dopo 24 h viene misurata la profondità di penetrazione (differenza tra valore dopo 24 h - valore dopo 5").

Il valore di penetrazione è la media aritmetica dei valori ottenuti per le tre provette.

Il valore massimo per l'accettazione del prodotto deve essere pari a 0,3 mm.

RESISTENZA SPECIFICA DEL RIVESTIMENTO

La prova deve essere eseguita su un campione di tubo rivestito di superficie $\geq 0,03$.m²

Il rivestimento deve essere a contatto con una soluzione 0,1 M NaCl. È anche necessario un controelettrodo con superficie ≥ 10 cm², una sorgente di corrente continua, tensione 50 V, un amperometro ed un apparecchio di misura della tensione.

Il campione deve restare nella soluzione 100 gg. e possono essere usate le seguenti procedure:

- a) un'estremità del tubo da collaudare viene isolato in modo tale che la superficie di acciaio non venga a contatto con la soluzione. Per la misura della resistenza il campione può essere tirato fuori dalla soluzione e quindi bagnato con una qualunque soluzione elettrolitica.
- b) Sulla superficie del tubo viene applicato un recipiente contenente la soluzione.

Prima di iniziare la prova bisogna assicurarsi con strumento holiday detector 25 KV che la superficie di collaudo non presenti discontinuità.

Per effettuare la misura è necessario applicare il polo positivo nella sorgente di C.C. al tubo di acciaio ed il polo negativo al controelettrodo. Il controelettrodo deve essere immerso nella soluzione.

La resistenza specifica del rivestimento RS si ricava quindi da

$$RS = \frac{UA}{I} \quad \text{in } \Omega \text{ m}^2$$

U Tensione tra controelettrodo e tubo d'acciaio in V

A Superficie di collaudo in m²

I Corrente in Ampere

I risultati della misura sono esatti solo se la corrente di dispersione è notevolmente inferiore rispetto a quella che attraversa il rivestimento.

La tensione viene applicata solo durante la misurazione.

La prima misura deve essere eseguita 3 giorni dopo l'inizio della prova.

Successivamente i rilevamenti devono essere eseguiti ad intervalli di 10 gg.

Il valore della resistenza deve essere minimo di 109 $\Omega \text{ m}^2$ (100 giorni in soluzione di 0.1 M NaCl).

Se risulta inferiore a 109 $\Omega \text{ m}^2$, ma superiore a 108 $\Omega \text{ m}^2$, il rapporto

$$\frac{\text{Ris a 100 gg}}{\text{Ris a 70 gg}}$$

deve essere superiore o uguale a 0.8.

ALLUNGAMENTO A ROTTURA

La determinazione della resistenza a rottura a trazione deve essere eseguita su campioni non deformati. Dal rivestimento dell'estremità di 1 tubo campione predisposto, si ricavano 3 provette secondo ISO R 527 tipo 2, il cui asse longitudinale sia orientato nel senso della circonferenza del tubo.

Nella prova si determina con velocità di trazione di 50 mm/min. l'allungamento a rottura: dei valori ricavati dalle 3 provette si calcola la media aritmetica.

Il rivestimento è accettabile se il valore medio dell'allungamento a rottura rientra nei limiti stabiliti ($\geq 200\%$).

STABILITA' AI RAGGI U.V.

Per la prova vengono ricavate dal rivestimento in polietilene 5 provette ripulite dalle sostanze adesive ed aventi uno spessore massimo di 2 mm (eventualmente ottenuto mediante abrasione del lato inferiore).

Esse vengono poi esposte, nell'apposito apparecchio di collaudo (cella d'irradiazione munita di lampada allo xeno) per la durata di 2400 ore (andamento costante senza simulazione di pioggia), con una temperatura di $(45 \pm 2)^\circ\text{C}$ ed una umidità relativa compresa tra il 60 e il 70%.

L'indice di fusione viene determinato secondo ISO 1133 condizione 4 190/2.16 prima dell'irradiazione e ad intervalli di 400 ore.

L'indice di fusione del polietilene ottenuto dai provini sottoposti a prova può variare al massimo di $\pm 35\%$ rispetto al valore determinato prima di sottoporre i provini all'invecchiamento a raggi U.V.

STABILITA' TERMICA

Il rivestimento deve essere sottoposto alla prova di stabilità termica. La prova viene eseguita in forno ad aria ventilata, su 5 provette (ricavate da tubi rivestiti) ripulite delle sostanze adesive ed aventi uno spessore massimo di 2 mm (eventualmente ottenuto mediante abrasione del lato inferiore), ad una temperatura di 100° per 100 giorni (2400 ore).

Per la determinazione dell'indice di fusione le parti di prova vengono estratte dal forno ad intervalli di 400 ore e l'indice di fusione è calcolato secondo ISO 1133 condizione 4 190/2.16.

L'indice di fusione del polietilene ottenuto dai provini sottoposti a prova può variare al massimo di $\pm 35\%$ rispetto al valore determinato prima di sottoporre i provini all'invecchiamento termico.

PROVE DI COLLAUDO E CERTIFICAZIONE

PROVE SISTEMATICHE

Le prove sistematiche devono essere effettuate su tutti i tubi. Esse sono:

- a) Esame visivo dell'aspetto
- b) Controllo della continuità dielettrica
- c) Controllo della finitura delle estremità.

Nel caso in cui in seguito alle suddette prove risultino dei tubi non conformi, il rivestimento degli stessi deve essere riparato secondo quanto descritto nel seguito.

Nel caso in cui le riparazioni interessino un'area superiore al 10% della superficie, il tubo in oggetto deve essere sottoposto a un secondo ciclo di lavorazione (eliminazione del rivestimento realizzato e riesecuzione dello stesso).

PROVE NON SISTEMATICHE

Le seguenti prove devono essere effettuate con la frequenza di seguito specificata:

- a) Misura dello spessore. Misura effettuata con spessimetro magnetico, opportunamente tarato errore max $\pm 10\%$, in 12 punti simmetricamente distribuiti una prova ogni 200 tubi dell'ordinativo (Almeno una prova per ogni turno di produzione di 8 h).
- b) Prova di aderenza. Prova effettuata su un tubo ogni 200 tubi dell'ordinativo o una prova per ogni turno di produzione di 8 h.
- c) Resistenza all'urto. Prova effettuata su un tubo di inizio produzione dell'ordinativo.
- d) Resistenza alla penetrazione. Prova effettuata all'inizio della produzione dell'ordinativo.
- e) Allungamento a rottura. Prova effettuata all'inizio della produzione dell'ordinativo.

Nel caso in cui i risultati delle prove elencate non fossero conformi a quanto richiesto, i tubi sui quali sono state effettuate le prove (o i tubi dai quali sono prelevati i provini) devono essere sottoposti ad un secondo ciclo di lavorazione.

Più precisamente:

- La prova (o le prove) i cui risultati non sono conformi deve essere ripetuta su un numero doppio di tubi prodotti (scelti tra quelli prodotti subito prima e dopo i tubi sottoposti inizialmente alle prove).
- Nel caso in cui i risultati delle riprove siano positivi la produzione è dichiarata conforme, nel caso in cui i risultati non siano positivi il fornitore deve concordare con l'acquirente un piano di prove più dettagliato per definire l'accettazione o meno del prodotto.

PROVE DI QUALIFICAZIONE DEL RIVESTIMENTO APPLICATO

Le seguenti prove devono essere effettuate sul rivestimento applicato con periodicità max di 3 anni, per la qualificazione del polietilene utilizzato.

- a) Resistenza specifica del rivestimento
- b) Stabilità ai raggi U.V.
- c) Stabilità termica.

CERTIFICAZIONE

I risultati delle prove di collaudo devono essere registrati e forniti come certificazione nei confronti dell'acquirente.

Tutte le materie prime utilizzate, relativamente ad ogni lotto, devono essere accompagnate all'atto della fornitura da un certificato di analisi (con le prove inerenti le caratteristiche fisico-chimiche principali). Tale certificazione deve essere trasmessa dal rivestitore all'acquirente.

RIPARAZIONI SUL RIVESTIMENTO ESTERNO

Le riparazioni del rivestimento si eseguono in relazione al tipo di difetto secondo le procedure di seguito descritte.

Le riparazioni realizzate mediante applicazione di pezze in polietilene o manicotti termorestringenti possono interessare al massimo il 10% della superficie esterna del tubo. a) Riparazioni su piccoli difetti Sono da considerarsi piccoli difetti:

- discontinuità del rivestimento di superficie max pari a 20 cm².
- graffi, incisioni ed altri difetti causati da movimentazione che comunque non pregiudicano la continuità dielettrica del rivestimento.

La riparazione si esegue con riporto di materiale omogeneo per fusione e spatolamento. Per la procedura dettagliata dovrà essere seguita la procedura riportata ai punti che seguono.

Riparazioni su difetti estesi Sono da considerarsi difetti estesi:

- discontinuità singola del rivestimento di superficie superiore a circa 20 cm².

La riparazione deve essere eseguita secondo le seguenti metodologie:

- applicazione di manicotto termorestringente se la superficie supera circa i 300 cm².
- applicazione di pezze in polietilene se la superficie è inferiore a circa 300 cm².

Nel caso di più difetti di superficie inferiore a 300 cm² vicini tra loro è consentita l'applicazione di un manicotto termorestringente. Per la procedura dettagliata circa la riparazione con pezza e per l'applicazione dei manicotti vedere i punti seguenti.

PROCEDURA DI APPLICAZIONE DI MANICOTTI TERMORESTRINGENTI SULLA ZONA DI GIUNZIONE.

- a) Preparazione della superficie metallica: eliminazione di eventuali sostanze inquinanti quali terra, olio, ecc.
- b) Smerigliatura della superficie metallica con smerigliatrice o spazzola abrasiva leggera smerigliatura delle zone rivestite in polietilene adiacente interessata dall'applicazione del manicotto
- c) Preriscaldamento della superficie metallica riscaldamento della superficie metallica fino ad una temperatura di circa 50°C. La temperatura del rivestimento adiacente dovrà essere di circa 30°C
- d) Posizionamento del manicotto sul tubo. Rimuovere il foglio protettivo del manicotto, centrare il manicotto ed avvolgerlo al tubo. La sovrapposizione del manicotto sul rivestimento adiacente deve essere minima di 50 mm. La sovrapposizione dei lembi del manicotto deve essere di circa 150 mm.
- e) Posizionamento delle pezze di giunzione centrare la pezza di chiusura sulla zona di sovrapposizione dei due lembi del manicotto. Pressare la pezza sul manicotto
- f) Riscaldamento della pezza di giunzione riscaldare uniformemente la pezza sino ad osservare un deciso viraggio del suo colore a viraggio avvenuto, premere sulla pezza con guanti o rullo per ottenere una intima fusione tra pezza e manicotto
- g) Riscaldamento del manicotto. Riscaldamento del manicotto lungo le sezioni circolari (procedendo dalle sezioni centrali verso quelle laterali) avendo cura che il suo restringimento avvenga senza che restino intrappolate sacche d'aria.
- h) Collaudo. ispezione visiva per controllare l'assenza di bolle d'aria, di grinze, di sdoppiature, scollamenti dei bordi e della pezza di giunzione verifica della continuità dielettrica mediante holiday detector tarato con una tensione di prova di 25 KV.

PROCEDURA DI RIPARAZIONE - RIVESTIMENTO ESTERNO IN POLIETILENE

- a) Riparazione su piccoli difetti riscaldare in modo graduale la zona da riparare con fiamma evitando di provocare la combustione del rivestimento applicare a caldo riscaldando con fiamma una o più strisce di polietilene di materiale idoneo nella zona da riparare, lisciando le superfici con spatola riscaldata, fino a riempire la cavità verificare con holiday detector (25 KV) la continuità dielettrica della zona riparata
- b) Riparazione con pezze su difetti estesi ampliare la zona del difetto per ottenere una forma geometrica regolare e verificare la adesione del rivestimento esistente
 - i. effettuare sulla superficie da riparare una leggera smerigliatura o spazzolatura per rimuovere i residui di rivestimento fino a ottenere una superficie metallica completamente pulita riscaldare in modo graduale la superficie da riparare mediante fiamma ed applicare a caldo una o più strisce di polietilene di materiale idoneo (vedi punto a) fino a riempire la cavità, lisciando la superficie con spatola riscaldata preparare una pezza di polietilene di materiale idoneo di dimensioni leggermente superiori a quelle della zona da riparare, con spigoli arrotondati applicare la pezza sulla zona da riparare e pressarla fino a ottenere una completa adesione tra la pezza ed il rivestimento (applicare un foglio di alluminio sulla pezza solo nel caso di utilizzo di materiali di riparazione che lo richiedano).

- ii. riscaldare la zona con fiamma in modo da fondere lo strato di adesivo della pezza con la zona sottostante e battere contemporaneamente con tampone o attrezzo adatto (eliminare il foglio di alluminio se utilizzato a raffreddamento avvenuto) verificare con holiday detector 25 KV la continuità dielettrica della zona riparata.

9.3 PROVE DI TENUTA IDRAULICA PER TUBAZIONI IN PRESSIONE

Le prove delle condotte in opera consisteranno nel sottoporre a pressione interna tratti di tubazione la cui lunghezza dovrà essere la massima possibile e con il maggior numero di pezzi speciali, saracinesche, attraversamenti di manufatti o strade, ecc., già inseriti nella condotta stessa.

In casi particolari o su richiesta dell'impresa o su ordine della Direzione Lavori si eseguiranno le prove con le tubazioni completamente interrate.

L'impresa non avrà diritto in nessun caso a nessun compenso per la ricerca e la individuazione di eventuali perdite che risultassero dalla prova a pressione quando anche la Direzione Lavori avesse ordinato il reinterro delle tubazioni prima di effettuare le prove a pressione.

Le testate delle tratte di condotta di prova saranno chiuse mediante apposite apparecchiature fissate su ancoraggi dimensionati per le pressioni e diametri in gioco; dette apparecchiature avranno dimensioni e forme scelte dall'impresa che è responsabile della loro perfetta inamovibilità e tenuta. In tutte le prove una volta raggiunta nella tratta in prova, mediante pompaggio d'acqua, la pressione prescritta verrà disinnestata la pompa in maniera che non sia più possibile il pompaggio e verrà chiuso a chiave il manometro scrivente (già messo a punto) controllato da un manometro campione precedentemente montato in parallelo.

Le spese per le prove sia in officina sia in opera saranno a totale carico dell'Impresa, la quale dovrà eseguire tutti i lavori prescritti e quanti altri ne possano occorrere (chiusure di saracinesche perdenti con flange cieche, scavi, ripristini, ecc.) e mettere a disposizione della Direzione Lavori qualsiasi mezzo, strumento od altro che fosse necessario al buon andamento ed alla riuscita delle prove stesse; verificandosi rottura di tubazioni o di altre parti delle condotte queste dovranno essere cambiate, restando a carico dell'impresa gli eventuali maggiori pezzi speciali e giunti che fosse necessario installare, nonché i movimenti di terra, gli aggettamenti, i ripristini ed ogni altra qualsiasi opera fino alla completa riuscita delle prove.

L'acqua di riempimento delle condotte dovrà essere limpida e contenere una fortissima percentuale di ipoclorito od altro prodotto di analoga azione disinfettante: il tutto a cura e scelta dell'impresa responsabile della riuscita finale delle prove e della disinfezione delle condotte.

Terminate le prove l'appaltatore dovrà esibire il certificato di potabilità rilasciato dall'Autorità Sanitaria competente.

Il manometro del tipo scrivente da usare per le prove dovrà essere inserito nel punto delle tratte in prova avente la quota media del tratto in pressione.

Prima della prova con la condotta in leggera pressione verranno ripetutamente aperti i rubinetti opportunamente installati nelle cuspidi intermedie e terminali, fino alla totale eliminazione dell'aria o gas contenuti nella condotta e ciò sino a che vi fuoriesca solo acqua.

Tubazioni in polietilene ad alta densità

Il collaudo completo consiste in due prove:

a) prova preliminare:

si effettua il riempimento della condotta con acqua avendo cura che l'aria contenuta nei tubi sia completamente espulsa. Le condizioni di prova sono:

- pressione: 1,5 volte la pressione nominale del tubo
- durata: 12 ore.

Ad intervalli di tempo man mano crescenti si dovrà ripristinare la pressione pompando acqua nella condotta; eventuali giunti flangiati dovranno essere verificati ed i bulloni dovranno essere serrati per evitare l'espulsione delle guarnizioni.

Con una pressione di prova pari a 1,5 PN non si deve avere un aumento di volume superiore all'1,5% e 3% complessivo.

La variazione di pressione per ogni 10 gradi centigradi si dovrà valutare il massimo fra 0,5 e 1 kg/cmq.

Nella redazione del bollettino di prova si dovrà riportare:

- temperatura di inizio prova ed eventuali variazioni di temperatura;
- pressioni di prova;
- volume di acqua aggiunto nel corso della prova ed intervalli di pompaggio; - durata della prova ed osservazioni.

b) Prova principale

La si effettua al termine della prova preliminare con le seguenti condizioni:

- pressione: uguale alla pressione esistente nella condotta al termine della prova preliminare
- durata: 30 minuti ogni 100 m di lunghezza, con un minimo di 2 ore
- caduta massima di pressione ammessa: da 0,1 e 0,2 kg/cmq/ora.

Tubazioni in acciaio

Saranno eseguite due prove: nella prima le tubazioni saranno provate in opera senza apparecchiature portando la pressione interna fino alla massima pressione d'esercizio possibile aumentata di 10 atm. La prima prova sarà ritenuta valida se nel periodo di 8 ore la detta pressione non sarà scesa di più del 3% (tre per cento) del valore iniziale.

Nella seconda prova, da eseguirsi a condotta interrata e completa di pezzi speciali e valvole, la pressione sarà di 3 atm superiore a quella idrostatica e sarà ritenuta valida se nel periodo di 4 ore non sarà scesa di più del 3% (tre per cento) del valore iniziale.

Tubazioni in PVC

Come prima operazione si dovrà procedere ad ancorare la condotta nello scavo mediante parziale riempimento con terra vagliata, con l'avvertenza però di lasciare i giunti scoperti ed ispezionabili.

Ciò per consentire il controllo della loro tenuta idraulica e per evitare comunque il movimento orizzontale e verticale dei tubi e dei giunti stessi sottoposti a pressione.

Si procederà quindi al riempimento con acqua dal punto più depresso della tratta ove verrà installato pure il manometro.

Si avrà la massima cura nel lasciare aperti i rubinetti, sfiati, ecc., onde consentire la completa fuoriuscita dell'aria.

Riempita la tratta nel modo sopra descritto la si metterà in pressione a mezzo di una pompa, salendo gradualmente di 1 kg/cm² al minuto primo fino a raggiungere la pressione di esercizio a 20 gradi centigradi.

Questa verrà mantenuta per circa 4 ore, per consentire l'assestamento dei giunti e l'eliminazione di eventuali perdite che non richiedono lo svuotamento della condotta. Ad esito positivo di questa prova si procederà a portare la tratta interessata alla pressione di prova idraulica.

Quest'ultima sarà di 1,5 volte la pressione di esercizio a 20 gradi centigradi e dovrà rimanere costante per una durata di 5 ore.

Solo ad esito positivo della suddetta prova, si procederà al totale reinterro del tronco in esame.

9.4 PROVE DI TENUTA IDRAULICA PER CONDOTTE A GRAVITÀ

In linea generale, per tutte le tipologie di tubazione la predisposizione della prova di tenuta idraulica verrà eseguita seguendo le modalità sotto riportate:

- tappare il tratto di condotto da sottoporre a prova mediante tappi pneumatici adatti alla sezione del condotto; tale tratto di condotto deve comprendere almeno 3-4 pozzetti di linea per volta;
- il tratto viene riempito di acqua fino a quando questa non comincerà a sfiorare dal pozzetto a quota più bassa, avendo cura di verificare che la pressione risulti almeno 0.1 bar e al massimo 0.5 bar;

Tubazioni in PVC

Come termine di accettabilità della prova idraulica devono essere adottati i criteri riportati all'interno della norma UNI 1401-3 e della norma UNI 1610.

La durata della prova viene fissata in 30 minuti ed il collaudo può essere ritenuto positivo se la perdita d'acqua al termine della prova risulta inferiore a 0.04 l/m² o 0.05 l/m² nel caso si includano pozzetti o camerette (i metri quadrati si riferiscono alla superficie interna bagnata).

9.5 SPECIFICHE DEL PIPING DI PROGETTO

9.5.1 Tubazioni di processo

Per quanto riguarda le tubazioni di processo e di servizio, si prevede l'utilizzo di:

- Tubazioni fuori terra di trasporto di liquidi (refluo o fango attivo): tubazioni in acciaio inox AISI304L o AISI316L, conformi alle norme UNI EN 10217-7, di caratteristiche dimensionali come da Tabella 1.

Tabella 1: Diametri e spessori per tubazioni in acciaio inossidabile AISI304L per reflui o fanghi

Diametro tubazione	Spessore minimo (mm)
DN15 ÷ DN80	2.00
DN100 ÷ DN500	3.00
> DN500	4.00

- Tubazioni interrate di trasporto di liquidi in pressione (refluo o fango attivo, acqua di servizio): tubazioni in polietilene ad alta densità (PE100 sigma 80), SDR17 - PN10, conformi alle norme EN 12201-1 e EN 12201-2

Si precisa che per il trasporto di acido PAA con tubazione interrata, si è prevista una tubazione in acciaio inox con una camicia in PVC per evitare sversamenti accidentali nel terreno. Il suddetto tratto sarà reso ispezionabile tramite l'inserimento di pozzetti ogni circa 20 m. Le perdite verranno rilevate tramite l'inserimento di 2 misuratori di pressione all'inizio e alla fine della tubazione, con relativo allarme nel caso i valori si discostino e quindi in caso di perdite.

9.5.2 Flange

Aria aperta

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

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

Bulloneria realizzata in acciaio inossidabile.

In vasca

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

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

Bulloneria realizzata in acciaio inossidabile AISI 304.

Interrate

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

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

Bulloneria realizzata in acciaio inossidabile AISI 304.

Utilizzo per temperature fino a +80°C

In alternativa

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

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

Bulloneria realizzata in acciaio inossidabile AISI 304.

Utilizzo per temperature fino a +90°C

In alternativa

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

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

Bulloneria realizzata in acciaio inossidabile AISI 304.

Utilizzo per temperature fino a +30°C

9.5.3 Staffaggi

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

COLLARE:

Adatto per tubi di qualsiasi materiale con diametro esterno da 18 mm a 219 mm, per ancoraggi pendenti, in appoggio, a parete ed obliqui. Collare con tronchetto saldato: attacco 2G provvisto

di due filettature. Completi di viti di serraggio e dadi esagonali. Collare in acciaio inox, profilato in gomma SBR/EPDM, nero.

U-BOLTS:

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

MENSOLE:

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

9.5.4 Giunti passamuro a tenuta idraulica

I giunti passamuro a tenuta idraulica vanno realizzati come segue:

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

10 APPARECCHIATURE ELETTROMECCANICHE

10.1 MACCHINE

10.1.1 100-GR-101-Grigliatura Grossolana

Servizio: Rimozione materiale solido

Unità: 1

Installazione: in canale di nuova costruzione

Caratteristiche e dimensioni:

Tipo di filtrazione a barre

Spaziatura di filtrazione 20 mm

Larghezza canale 1.200 mm

Larghezza griglia 1.200 mm

Altezza canale 1.400 mm

Altezza di scarico da fondo canale 2.500 mm

Inclinazione 75 °

Altezza zona filtrante 1.000 mm

Portata da trattare (acque reflue con max TSS 200 mg/l) 1.500 m³/h

Livello liquame a valle 650 mm

Perdita di carico 200 mm

Livello liquame a monte 850 mm

Velocità nel canale 0,6 m/s

Spessore telaio 4 mm

Dimensione barre filtranti 40 mm

Spessore barre filtranti 8 mm

Spessore denti pettini pulitori 5 mm

Perni della catena di trasmissione pieni

Diametro rulli catena 31 mm

Passo 50 mm

Numero pettini pulitori 2

Numero supporti albero 2

Motorizzazione

Potenza installata 0,75 kW

Tensione di alimentazione (4 poli, 3 fasi) 380/400 V

Frequenza 50 Hz

Classe di protezione IP 55

Classe isolamento F

Classe di protezione termica B

Materiali di costruzione

Telaio AISI 304L

Barre di filtrazione AISI 304L

Carteratura AISI 304L

Catene AISI 304L

Bulloneria A2

Trattamenti di finitura lavaggio e decapaggio delle saldature

Misure d'ingombro

Larghezza totale 1.200 mm

Altezza totale da fondo canale 3.787 mm

Lunghezza di ingombro 2.000 mm

Peso 915 kg

I componenti principali della griglia sono: struttura fissa con sezione filtrante, carrello portapettine, pettine rotante e pulitore pettine.

La griglia è inclinata di 75° e la zona di grigliatura, posta nella parte inferiore della macchina a contatto con il refluo, è composta da una serie di barre distanziate a seconda della luce di filtrazione richiesta. La filtrazione è statica e il materiale grigliato che si accumula viene rimosso da un pettine pulitore installato su due catene rotanti a rulli, le cui guide sono incassate all'interno del telaio per ridurre il contatto tra la catena stessa e il grigliato, azionate da un motoriduttore posto sulla parte superiore della macchina. La guida di fondo della catena non presenta elementi mobili né cuscinetti, onde evitare inutili componenti di usura. I pettini pulitori sono dotati di denti tagliati al laser da una singola barra di acciaio, che intersecano la griglia a barre con apposita curvatura di raccordo immersa nel flusso di acqua da filtrare. Il numero dei pettini pulitori è determinato in base all'altezza della griglia. In sommità la macchina è dotata di un meccanismo di disimpegno del materiale grigliato dai pettini pulitori e scarico, costituito da un braccio con contro-pettine in acciaio; la particolare conformazione di detto dispositivo consente fra l'altro l'inversione del moto dei pettini in caso di necessità.

La tramoggia di scarico è installata in corrispondenza del meccanismo di disimpegno del materiale (pulisci pettine). La funzione è quella di convogliare il materiale grigliato al trattamento successivo.

La macchina è costituita da:

- Telaio strutturale in lamiera d'acciaio pressopiegata a freddo con guide per catene, rinforzato con robusti profilati di acciaio elettrosaldati.
- Pettini pulitori con denti in acciaio, posti in movimento da due giri di catenaria del tipo a rulli con perni pieni.
- Albero superiore completo di corone dentate per comando catene.
- Supporti per albero con cuscinetti lubrificati a vita e tendicatena.
- Dispositivo a bilanciere per scarico del materiale grigliato.
- Tramoggia per il convogliamento del materiale in cassonetto tipo RSU.
- Carteratura anteriore di protezione realizzata in lamiera d'acciaio inox.
- Motoriduttore a bagno d'olio del tipo combinato a vite senza fine completo di limitatore di coppia elettromeccanico asservito a microinterruttore contro gli eventuali sovraccarichi del tipo pendolare.

Completano la fornitura:

- Quadro Comandi senza display: Quadro elettrico di comando e controllo delle logiche di funzionamento in cabinet in resina, grado di protezione IP65. Il quadro elettrico comprende:
 - Componentistica Schneider
 - Case in poliestere rinforzato con fibra di vetro
 - Staffe per ancoraggio del QE a parete
 - Sezionatore principale
 - Fungo di emergenza con chiave (non cablato)
 - Logica a PLC
 - Selettore funzionamento manuale/automatico
 - Selettore avvio ciclo automatico
 - Selettore avvio motore in modalità manuale (avanti, inversione)
 - Pulsante di star/reset emergenze, pulsante di stop.
 - Spia presenza tensione
 - Spia di segnalazione macchina in ciclo automatico
 - Spia segnalazioni stato di allarme
 - Relè amperometrico per gestione sovraccarico motori
 - Gestione delle sonde conduttive
 - Segnali in morsettiera per remotaggio ciclo automatico e allarme

- Sonde di livello 100-LIT-101 A/B: Interruttori di livello ad aste conduttive per il controllo dei cicli di pulizia della macchina.

Si specifica che andrà fornito un unico quadro locale per la griglia qui descritta, la coclea 100-TR-101 e i sensori di livello 100-LIT-101 A/B.

10.1.2 100-GR-102-A/B-Grigliatura fine

Servizio: grigliatura fine reflui alimentati all'impianto

Unità: 2

Installazione: in canale di nuova costruzione

Caratteristiche e dimensioni:

Tipo di filtrazione foro circolare

Spaziatura di filtrazione 3 mm

Portata massima acque reflue (contenuto solidi fino a 200 mg/l) 830 m³/h

Larghezza canale 1.200 mm

Larghezza griglia 1.200 mm

Altezza minima canale 1.400 mm

Livello massimo refluo a monte 800 mm

Diametro del tamburo di filtrazione 1.150 mm

Altezza di scarico da fondo canale (nominale) 2.500 mm

Inclinazione 35 °

Grado di compattazione 35 %

Diametro tubo di trasporto 273 mm

Portata da trattare (acque reflue con max TSS 200 mg/l) 750 m³/h

Livello liquame a valle 400 mm

Perdita di carico 250 mm

Livello liquame a monte 650 mm

Velocità nel canale 0,4 m/s

Motorizzazione

Tipologia assi paralleli

Potenza installata 1,1 kW

Tensione di alimentazione (4 poli, 3 fasi) 230/400 V

Frequenza 50 Hz

Classe di protezione IP 55

Classe di efficienza IE3

Classe isolamento F

Classe di protezione termica B

Materiali di costruzione

Telaio AISI 304L

Bulloneria A2

Elica estrazione solidi Acciaio al carbonio ad alto resistenziale

Trattamenti di finitura lavaggio, decapaggio, micropallinatura e passivazione

Misure d'ingombro:

Larghezza totale 1.200 mm

Altezza totale da fondo canale 3.506 mm

Lunghezza in asse 5.496 mm

Lunghezza in pianta 5.101 mm

Peso 1.325 kg

La griglia è costituita da un cestello rotante, una coclea di trasporto e un modulo di compattazione. Al variare dell'applicazione la griglia si compone principalmente di un corpo filtrante costituito da una serie di barre in acciaio la cui distanza relativa determina la luce di filtrazione desiderata, o di un corpo filtrante cilindrico a fori circolari. La griglia viene installata in canale. La griglia si compone di un tamburo rotante ed ha funzioni integrate di lavaggio del materiale grigliato e compattazione. Le acque da trattare entrano frontalmente nel tamburo filtrante, la filtrazione del refluo avviene dall'interno verso l'esterno del tamburo. I solidi vengono catturati all'interno del filtro rotante. Il corpo filtrante ruota attorno al suo asse, per mezzo di un motoriduttore, convogliando il materiale grigliato all'interno di una tramoggia di carico installata al centro del filtro. Il tamburo rotante si avvia con un sensore di livello e, con la rotazione del tamburo, gli ugelli spruzzatori si attivano e rimuovono, grazie alla pressione dell'acqua di lavaggio, i solidi, depositandoli nella tramoggia interna dove la spirale con albero li convoglia allo scarico. All'esterno del filtro una barra di lavaggio costituita da ugelli garantisce la costante pulizia. Una spazzola esterna in nylon rimuove piccole particelle dalla superficie. Una spirale installata all'interno del tubo di trasporto, dalla tramoggia di carico fino alla zona di scarico, convoglia il grigliato verso lo stadio di trattamento successivo.

Inoltre, la macchina è dotata di:

- un sistema integrato di lavaggio a tre funzioni: lavaggio del vaglio filtrante per il mantenimento dell'efficienza di filtrazione, lavaggio della zona di trasporto per lavare il contenuto organico presente all'interno del solido estratto e lavaggio del modulo di compattazione, costituito da un unico attacco per l'acqua di rete da 1" GAS F, un'elettrovalvola con bobina 24 VAC per la

gestione dei tempi di lavaggio della zona del vaglio e del tubo di trasporto e un'elettrovalvola con bobina 24 VAC per la gestione dei tempi di lavaggio del compattatore.

- nella parte posteriore a contatto con il liquame in ingresso, di tenute speciali triple che garantiscono assenza di bypass di liquame grezzo non filtrato tra il tamburo rotante e la lamiera di invito della griglia fissata al canale. Una tenuta è realizzata anche nella parte posteriore del tamburo filtrante per prevenire fenomeni di "splash" dovuti al moto dei reflui da grigliare all'interno del tamburo filtrante.
- Cuscinetti lubrificati a vita, che non richiedono la presenza di operatori all'interno del canale per le operazioni di manutenzioni
- Dispositivo integrato di lavaggio del materiale grigliato dalle sostanze organiche, completo barra di lavaggio del tamburo filtrante, elettrovalvole di comando, ugelli disposti lungo il tubo trasportatore dei materiali grigliati, e ugelli di lavaggio della zona di compattazione.
- Attacco rapido per collegamento in emergenza con acqua di rete
- Quadro Comandi con touchscreen e inverter: Quadro elettrico di comando e controllo delle logiche di funzionamento in cabinet in resina, con doppia porta grado di protezione IP65. Il quadro elettrico comprende:
 - Componentistica Schneider
 - Case in poliestere rinforzato con fibra di vetro con doppia porta con guarnizione. Porta esterna trasparente.
 - Staffe per l'ancoraggio del quadro a parete
 - Sezionatore principale a fronte quadro
 - Fungo di emergenza in box con chiave (non cablato)
 - Centralina di sicurezza
 - Pulsante di start /reset emergenze, pulsante di stop a fronte quadro
 - Selettore funzionamento manuale /automatico a fronte quadro
 - Logica a PLC
 - Pannello touch screen a colori Schneider Magelis 4,3" wide screen TFT LCD Green Premium product
 - Comandi manuali da pannello operatore touch screen
 - Colonna luminosa con buzzer integrato, per segnalazione presenza tensione, stati di allarme, macchina in ciclo automatico
 - Gestione delle rampe in accelerazione del tamburo e del controllo del superamento della coppia massima ammissibile grazie alla presenza di un inverter
 - Gestione cicli di pulizia mediante lettura sonde conduttive (disponibili come accessori)
 - Gestione cicli di pulizia mediante lettura sonde a ultrasuoni (disponibili come accessori) con possibilità di lettura diretta o differenziale (differenza tra livello di monte e valle)
 - Gestione elettrovalvole di lavaggio

- Segnali in morsettiera per remotaggio ciclo automatico e allarme
- Sonde di livello 100-LIT-102 A/B e 100-LIT-103 A/B: Misuratore di livello ad aste conduttive per il comando e controllo automatico del processo di lavoro della macchina.

Si specifica che andrà fornito un unico quadro locale per le griglia qui descritte, la coclea 100-TR-102 e le sonde di livello 100-LIT-102 A/B e 100-LIT-103 A/B.

10.1.3 100-TR-101-Coclea di trasporto

Servizio: trasporto grigliato da griglia grossolana 100-GR-101

Unità: 1

Installazione: a servizio del nuovo comparto di grigliatura grossolana

Il trasportatore a coclea si compone di una spirale di grande spessore, senza albero, che ruota all'interno di una canale componibile di forma ad "U" con fondo rivestito in polietilene ad alta densità, ad usura ridotta, facilmente sostituibile, particolarità che garantisce il perfetto rendimento del trasportatore nel tempo.

La spirale interna a fascia larga è ricavata da un unico spezzone di piatto metallico con procedimento di formatura meccanica a freddo in continuo; questa particolare lavorazione permette di evitare la presenza di saldature, che costituirebbero critici punti di usura, tra la fascia esterna e quella interna della spira, garantendo maggior resistenza e conseguentemente l'aumento della vita della coclea stessa.

Grazie a questo processo di lavorazione è quindi possibile ridurre lo spessore della spira senza comprometterne le caratteristiche di resistenza meccanica. Ciò comporta un alleggerimento di tutta la struttura, con conseguente riduzione dei carichi gravanti sul sistema di trasmissione e sulla zona di strisciamento dell'elica, garantendo a propria volta un'apprezzabile/considerabile riduzione dell'usura e dei costi di manutenzione.

Il trasportatore a coclea è fornito completo di truogolo, tramoggia di raccolta del fango disidratato e bocca di scarico.

Caratteristiche e dimensioni:

Prodotto da trasportare grigliato

Inclinazione 15 °

Portata nominale 6,0 m³/h

Tipo elica a fascia larga

Diametro nominale elica 300 DN

Diametro esterno elica 277 mm

Diametro interno elica 101 mm

Spessore elica 15 mm
Passo elica 277 mm
Lunghezza flangia-flangia 4.000 mm
Coperchi di tipo imbullonato
Portello di ispezione escluso
Rivestimento antiusura truogolo HDPE
Spessore rivestimento 8 mm
Bocca di carico N.1 tramoggia
Bocca di scarico N.1 rettangolare di estremità
Dimensioni bocca di scarico 325 x 475 mm
Materiale truogolo sezione a U Acciaio inox AISI 304L
Materiale coperchi e carpenteria Acciaio inox AISI 304L
Materiale spira Acciaio al carbonio alto resistenziale
Materiale bulloneria A2

Azionamento

Motoriduttore tipo ad assi paralleli
Trasmissione diretta
Posizione motore carico
Potenza installata 1,1 kW
Efficienza IE3
Rapporto di riduzione 1/63
Velocità di rotazione 23 rpm
Tensione 230 – 400 V
Frequenza 50 Hz
Poli 4
Grado di protezione IP 55
Classe isolamento F

Accessori

N.3 Piedi di sostegno regolabili H = 500 mm in acciaio inox AISI 304L
Tronchetto di drenaggio per scarico acque 2" filettato GAS F

10.1.1 100-TR-102-Coclea di trasporto

Servizio: trasporto grigliato da griglie fini 100-GR-102 A/B

Unità: 1

Installazione: a servizio del nuovo comparto di grigliatura fine

Il trasportatore a coclea si compone di una spirale di grande spessore, senza albero, che ruota all'interno di una canala componibile di forma ad "U" con fondo rivestito in polietilene ad alta densità, ad usura ridotta, facilmente sostituibile, particolarità che garantisce il perfetto rendimento del trasportatore nel tempo.

La spirale interna a fascia larga è ricavata da un unico spezzone di piatto metallico con procedimento di formatura meccanica a freddo in continuo; questa particolare lavorazione permette di evitare la presenza di saldature, che costituirebbero critici punti di usura, tra la fascia esterna e quella interna della spira, garantendo maggior resistenza e conseguentemente l'aumento della vita della coclea stessa.

Grazie a questo processo di lavorazione è quindi possibile ridurre lo spessore della spira senza comprometterne le caratteristiche di resistenza meccanica. Ciò comporta un alleggerimento di tutta la struttura, con conseguente riduzione dei carichi gravanti sul sistema di trasmissione e sulla zona di strisciamento dell'elica, garantendo a propria volta un'apprezzabile/considerevole riduzione dell'usura e dei costi di manutenzione.

Il trasportatore a coclea è fornito completo di truogolo, tramoggia di raccolta del fango disidratato e bocca di scarico.

Caratteristiche e dimensioni:

Prodotto da trasportare grigliato

Inclinazione 10 °

Portata nominale 6,0 m³/h

Tipo elica a fascia larga

Diametro nominale elica 300 DN

Diametro esterno elica 277 mm

Diametro interno elica 101 mm

Spessore elica 15 mm

Passo elica 277 mm

Lunghezza flangia-flangia 5.700 mm

Coperchi di tipo imbullonato

Portello di ispezione escluso

Rivestimento antiusura truogolo HDPE

Spessore rivestimento 8 mm

Bocca di carico N.2 tramogge

Bocca di scarico N.1 rettangolare di estremità

Dimensioni bocca di scarico 325 x 475 mm

Materiale truogolo sezione a U Acciaio inox AISI 304L

Materiale coperchi e carpenteria Acciaio inox AISI 304L

Materiale spira Acciaio al carbonio alto resistenziale

Materiale bulloneria A2

Azionamento

Motoriduttore tipo ad assi paralleli

Trasmissione diretta

Posizione motore carico

Potenza installata 1,1 kW

Efficienza IE3

Rapporto di riduzione 1/63

Velocità di rotazione 23 rpm

Tensione 230 – 400 V

Frequenza 50 Hz

Poli 4

Grado di protezione IP 55

Classe isolamento F

Accessori

N.3 Piedi di sostegno regolabili H = 500 mm in acciaio inox AISI 304L

Tronchetto di drenaggio per scarico acque 2" filettato GAS F

10.1.2 100-RF-101-Carroponete Dissabbiatura/Disoleatura

Servizio: asportazione sabbie decantate e oli flottati

Unità: 1

Installazione: in vasca di nuova costruzione

Caratteristiche generali:

Larghezza vasca 4,5 m

Lunghezza vasca 14 m

Altezza vasca 5,05 m

Altezza utile 3,4 m

Carico accidentale 250 kg/m²

Freccia massima della luce tra i due appoggi 1/500

Larghezza passerella 1.000 mm

Spessori

Gruppi saldati dei moduli trave 5 mm
Gruppi corrimano 3 mm
Telaio carrello 6 mm
Coperture di sicurezza carrello 2 mm
Piastre di chiusura carrello 8 mm
Perni ruote $\varnothing 80$ mm
Alberi di trasmissione $\varnothing 76,1$ sp. 8 mm
Alberi di sollevamento $\varnothing 60,3$ sp. 8 mm
Bracci sollevamento lame schiume 2 mm
Lame schiume 2 mm
Tralicci sostegno raschia 3 mm
Lamiere delle raschie 4 mm

Gruppo traslazione

Numero carrelli 2
Ruote del gruppo carrello in gomma nera SBS 2
Dimensioni ruote $\varnothing 300 \times 150$ mm

Motorizzazione carrello di traslazione

Riduttore doppia vite senza fine
Potenza installata 1,1 kW
Tensione di alimentazione (4 poli, 3 fasi) 230/400 V
Frequenza 50 Hz
Classe di protezione IP 55
Classe isolamento F
Classe di protezione termica B

Motorizzazione sollevamento lama di superficie

Riduttore doppia vite senza fine
Potenza installata 0,37 kW
Tensione di alimentazione (4 poli, 3 fasi) 230/400 V
Frequenza 50 Hz
Classe di protezione IP 55
Classe isolamento F
Classe di protezione termica B
Peso 2.450 kg

Materiali

Parti emerse:

- Trave, carrello acciaio AISI 304L
- Trattamento superficiale Lavaggio e decapaggio delle saldature
- Piano di camminamento PRFV

Parti immerse:

- Raschie di fondo e lama schiume acciaio AISI 304L
- Trattamento superficiale Lavaggio e decapaggio delle saldature
- Alberi di trasmissione
- Alberi, giunti, mozzi acciaio al carbonio verniciato

Ponte va e viene di tipo raschiato per vasca rettangolare di dissabbiatura e disoleatura, con movimento di traslazione su ruote gommate.

Travata mobile in lamiera di acciaio piegata a freddo con funzione di passerella, larghezza minima 1000 mm completa di grigliato di camminamento in PRFV o acciaio zincato, parapetti e fermapièdi conformi alle vigenti norme di sicurezza.

Due carrelli laterali in lamiera piegata a freddo, opportunamente irrigidita, ognuno con una ruota motrice e una folle. Ogni carrello è dotato di due ruote di guida con riscontro alla parete verticale in c.a. Le ruote sono di tipo gommato.

Un motoriduttore centrale per la traslazione del carro, accoppiato alle ruote motrici di ogni singolo carrello tramite giunti, del tipo combinato a vite senza fine.

Un motoriduttore centrale assicura il sollevamento e l'abbassamento della raschia di fondo e della lama di superficie.

Lama raschiante di fondo per la raccolta delle sabbie, supportata mediante tralicci tubolari incernierati nella parte inferiore al ponte. Il terminale raschiante è provvisto di liste in neoprene intercambiabili.

Lama di superficie realizzata in acciaio con bavette in gomma per il convogliamento degli oli nell'apposita trappola di raccolta. La lama è provvista di ruote che permettono lo scorrimento lungo la parte inclinata della canalina. Il movimento è comandato tramite levismi rigidi dal motoriduttore di comando

Linea di alimentazione elettrica realizzata con sistema di linea a festoni.

Fine corsa per inversione di marcia e sequenza di lavoro in automatico, posizionati a bordo del ponte.

Sequenze di funzionamento:

- Sollevamento pala di fondo;
- Abbassamento lama di superficie;

- Traslazione del ponte;
- Arresto del ponte fine corsa;
- Abbassamento pala di fondo;
- Sollevamento lama di superficie;
- Traslazione del ponte che compie la corsa di lavoro;
- Arresto del ponte a fine corsa

Le operazioni di abbassamento e sollevamento avvengono a ponte fermo. L'inizio della traslazione avviene quando sia la pala di fondo che la lama superficiale hanno raggiunto la loro posizione di lavoro.

Completano la fornitura:

- Quadro di comando e potenza cablato a bordo macchina: Quadro elettrico di comando e controllo delle logiche di funzionamento in cabinet in resina, grado di protezione IP65.
- Linea alimentazione a festoni con canalina e componenti commerciali zincati, staffe di supporto in 304L
- Scivolo per raccolta schiume, realizzato con lamiere di acciaio inox AISI 304L (316L), da installare su canaletta in c.a.
- Barriera tranquillizzatrice realizzata con lamiere e profilati di acciaio inox AISI 304L (316L) per la divisione della zona di dissabbiatura da quella di disoleatura. Completa di staffe di sostegno da fissare all'opera civile.

10.1.3 100-CS-101-Classificatore-lavatore sabbie

Servizio: separazione sabbie della miscela acqua-sabbie

Unità: 1

Installazione: su platea di nuova realizzazione

Il lavatore di sabbie è utilizzato per separare le sabbie contenute nell'acqua e lavarle al fine di separare la frazione organica in esse contenuta. La sabbia separata è poi convogliata e scaricata per mezzo di una coclea di trasporto.

La miscela acqua-sabbie da lavare e separare viene convogliata nel serbatoio a speciale forma tronco-conica attraverso il bocchello di alimentazione posto nella parte superiore della macchina. La speciale forma costruttiva dell'alimentazione e dello sfioratore di scarico è stata studiata per garantire una separazione ottimale.

Un agitatore lento posto all'interno del lavatore muove la miscela acqua-sabbie e la convoglia nella parte centrale del serbatoio, contribuendo in questo modo alla distribuzione della miscela

all'interno del serbatoio e favorendo, insieme al sistema di lavaggio, la separazione delle sabbie dall'acqua e da eventuali corpuscoli organici.

L'acqua di lavaggio viene immessa attraverso un manicotto connesso ad una elettrovalvola ed un contalitri (che misura la portata in entrata). La base del serbatoio è composta da un doppio fondo nella cui parte superiore sono posti dei fori per l'immissione dell'acqua tecnica di lavaggio.

Il funzionamento dell'agitatore e dell'elettrovalvola di lavaggio sono subordinati alla ricezione di un segnale di "pompa di alimentazione in marcia", al fine di ottimizzare il processo di separazione e i consumi dell'impianto.

Le sabbie, separate, si depositano sul fondo del lavatore di sabbie e vengono lavate per mezzo di acqua in controcorrente che permette una separazione della frazione organica contenuta nelle sabbie stesse superiore al 97%.

La frazione organica separata dalle sabbie tende a flottare in semi-sospensione e viene rimossa periodicamente dalla tramoggia tramite una valvola a sfera motorizzata dotata di scheda elettronica in grado di gestire 2 posizioni della valvola, per un miglior controllo del flusso in uscita.

Una coclea estrattrice ad alto spessore con albero centrale e asse inclinato di 45°, posta sul fondo del lavatore, trasporta le sabbie verso lo scarico ed esercita su di esse un'efficace azione di drenaggio.

L'utilizzo di una coclea con albero centrale consente di contenere l'usura per abrasione sul tubo di trasporto. La coclea è direttamente collegata ad un motoriduttore a bagno d'olio e ruota all'interno del proprio alloggiamento su pattini d'usura facilmente sostituibili.

L'avviamento della coclea di asporto sabbie è asservito ad un sensore di livello del tipo a misura di pressione opportunamente tarato, in modo tale da avviare il ciclo di estrazione solo in presenza di una quantità significativa di sabbie, ottimizzando in tal modo l'intero processo.

Il funzionamento della coclea si arresterà al raggiungimento del livello minimo impostato sulla sonda.

Sul fondo dell'apparecchio è installata una valvola manuale a sfera per lo svuotamento d'emergenza. Il lavatore sabbie è inoltre dotato di copertura ispezionabile per garantire la massima semplicità delle operazioni di gestione e di manutenzione.

Caratteristiche tecniche:

Portata di punta miscela	15	l/s
Portata media miscela	7	l/s
Portata nominale miscela	10	l/s
Grado di separazione sabbia con granulometria $\geq 0,2$ mm	95	%
Contenuto organico della sabbia separata	≤ 3	%
Capacità di asporto sabbie	400-600	kg/h
Altezza totale ingombro	3360	mm

Lunghezza totale ingombro	4050	mm
Larghezza totale ingombro	2050	mm
Diametro trogolo coclea	235	mm
Altezza scarico sabbie	2400	mm
Flangia d'afflusso	DN 80	
Flangia di deflusso	DN 150	
Potenza motore elettrico coclea (classe efficienza IE3)	0,55	kW
Potenza motore elettrico agitatore	0,37	kW

10.1.4 100-CR-101-A/R-Soffiante a lobi

Servizio: Fornitura aria compressa vasca dissabbiatura/disoleatura

Unità: 2 (1+1R)

Installazione: all'interno di edificio esistente

Soffiante a lobi con rotor a tre lobi e annullamento delle pulsazioni integrato. Basamento conforme alla direttiva PED 2014/68/UE con silenziatore integrato, privo di materiale fonoassorbente, senza usura, comprensivo di valvola di non ritorno, sistema automatico di tensionamento delle cinghie grazie alla parte basculante su cui è montato il motore, non sono necessari supporti a molla, appoggiato su supporti antivibranti, non necessita di smontaggio della cabina per la manutenzione ordinaria.

Caratteristiche tecniche:

Portata	280	m ³ /h
Portata alle condizioni standard	283	Nm ³ /h
Pressione differenziale	300	mbar
Contenuto organico della sabbia separata	≤ 3	%
Capacità di asporto sabbie	400-600	kg/h
Potenza assorbita all'albero	3,44	kW
Velocità motore	2900	rpm
Potenza motore	4	kW

10.1.5 100-PS-101 – Pompa centrifuga sommergibile

Servizio: sollevamento miscela acqua-sabbie da dissabbiatura a classificatore-lavatore

Unità: 1

Installazione: semipermanente sommersa su piede di accoppiamento sul fondo della tramoggia di raccolta sabbie nel comparto di dissabbiatura/disoleatura

Pompa con girante a vortice ideale per applicazioni in cui l'acqua o il liquido presentino concentrazioni di solidi o materiali filamentosi che possono causare problemi di intasamento.

Caratteristiche tecniche:

Portata al punto lavoro	15 m ³ /h
Prevalenza al punto di lavoro	m 4,5
Potenza assorbita dalla rete P1	kW 1,00
Potenza nominale	kW 1,50
Tensione nominale/Fasi/Frequenza	V/fasi/Hz 400/3/50
Modalità di avviamento	tipo diretto
Numero di giri nominali	giri min ⁻¹ 1470
Grado di protezione	IP 68
Isolamento statore	Classe F
Cavo elettrico sommergibile	tipo Cavo SUBCAB 4G1,5+2x1,5
Lunghezza	m 10
Girante	tipo Vortex
Diametro girante	mm 125
Mandata	DN 65
Peso	kg 47

Caratteristiche e materiali

Raffreddamento motore	liquido circostante
Carcassa motore	ghisa grigia GG25
Corpo pompa	ghisa grigia GG25
Girante	ghisa grigia GG25
Albero motore	Acciaio inox AISI 431
Tenuta meccanica interna	ceramica/carbonio
Tenuta meccanica esterna	ceramica/carburo tungsteno anticorrosione
Ciclo verniciatura	verniciatura epossidica di colore grigio

Completano la fornitura:

- Piede di accoppiamento automatico in ghisa grigia GG 25, da fissare direttamente sul fondo vasca, con curva flangiata UNI PN 10 DN 65, completo di tasselli di fissaggio.
- Slitta scorrevole per tubi guida da 2" su piede accoppiamento DN 65
- Attacco portaguida superiore 2" in acciaio inox
- Kit di nr.4 tasselli chimici M16x190 in acciaio inox AISI 316 completo di rondelle per piedi di accoppiamento
- Grillo in acciaio inox portata max. 0,9ton
- Catena in acciaio inox AISI316L portata massima 0,2 ton. Lunghezza totale 6mt.

10.1.6 100-PS-102 – Pompa centrifuga sommergibile

Servizio: rilancio oli da pozzetto di raccolta a ispessitore

Unità: 1

Installazione: semipermanente sommersa su piede di accoppiamento sul fondo del pozzetto di raccolta oli nella vasca di dissabbiatura/dissaleatura.

Pompa con girante a vortice ideale per applicazioni in cui l'acqua o il liquido presentino concentrazioni di solidi o materiali filamentosi che possono causare problemi di intasamento.

Caratteristiche tecniche:

Portata al punto lavoro	10 m ³ /h
Prevalenza al punto di lavoro	m 7,0
Potenza assorbita dalla rete P1	kW 1,2
Potenza nominale	kW 2,00
Tensione nominale/Fasi/Frequenza	V/fasi/Hz 400/3/50
Modalità di avviamento	tipo diretto
Numero di giri nominali	giri min ⁻¹ 1450
Grado di protezione	IP 68
Isolamento statore	Classe F
Cavo elettrico sommergibile	tipo Cavo SUBCAB 4G1,5+2x1,5
Lunghezza	m 10
Girante	tipo Vortex
Diametro girante	mm 165
Mandata	DN 65
Peso	kg 47

Caratteristiche e materiali

Raffreddamento motore	liquido circostante
Carcassa motore	ghisa grigia GG25
Corpo pompa	ghisa grigia GG25
Girante	ghisa grigia GG25
Albero motore	Acciaio inox AISI 431
Tenuta meccanica interna	ceramica/carbonio
Tenuta meccanica esterna	ceramica/carburo tungsteno anticorrosione
Ciclo verniciatura	verniciatura epossidica di colore grigio

Completano la fornitura:

- Piede di accoppiamento automatico in ghisa grigia GG 25, da fissare direttamente sul fondo vasca, con curva flangiata UNI PN 10 DN 65, completo di tasselli di fissaggio.
- Slitta scorrevole per tubi guida da 2" su piede accoppiamento DN 65
- Attacco portaguida superiore 2" in acciaio inox
- Kit di nr.4 tasselli chimici M16x190 in acciaio inox AISI 316 completo di rondelle per piedi di accoppiamento
- Grillo in acciaio inox portata max. 0,9ton
- Catena in acciaio inox AISI316L portata massima 0,2 ton. Lunghezza totale 6mt.

10.1.7 100-PS-103-A/R-Pompa centrifuga sommergibile

Servizio: sollevamento reflui

Unità: 2

Installazione: semipermanente sommersa su piede di accoppiamento all'interno della stazione di sollevamento esistente

Pompa centrifuga con girante bipolare autopulente anti-intasamento.

Dati tecnici

Portata al punto lavoro	300 m ³ /h
Prevalenza al punto di lavoro	m 10,0
Potenza assorbita dalla rete P1	kW 12,0
Potenza nominale	kW 13,5
Motore IE3	
Tensione nominale/Fasi/Frequenza	V/fasi/Hz 400/3/50
Modalità di avviamento	inverter
Numero di giri nominali	giri min ⁻¹ 1455
Grado di protezione	IP 68
Isolamento statore	Classe H
Cavo elettrico sommergibile	tipo Cavo SUBCAB
Lunghezza	m 10
Girante	a canale autopulente semiaperto
Diametro girante	mm 240
Mandata	DN 200
Peso	kg 320

Caratteristiche e materiali

Raffreddamento motore	liquido circostante
Fusioni principali	ghisa grigia GG25
Girante	ghisa grigia GG25
Albero motore	Acciaio inox AISI 431
Tenute meccaniche	doppia integrata a cartuccia / interna esterna
WCCR/WCCR	
Ciclo verniciatura	vernice epossidica

Completano la fornitura:

- Piede di accoppiamento automatico in ghisa grigia GG25, da fissare sul fondo vasca con gradino di 180,50 mm, con curva flangiata UNI PN 10 DN 250, completo di tasselli di fissaggio
- Attacco portaguida superiore 3" in acciaio inox
- Grillo in acciaio inox AISI316L.
- Catena in acciaio inox AISI316L. Lunghezza totale 5mt
- Relè di controllo da montare a quadro, per gestione dispositivi di controllo

10.1.8 200-CR-101-R – Soffiante a lobi

Servizio: Aerazione vasca biologica ad aerazione intermittente (ex-nitrificazione e ex-denitrificazione)

Unità: 1R

Installazione: all'interno di edificio esistente

Soffiante a lobi con rotori a tre lobi e annullamento delle pulsazioni integrato. Basamento conforme alla direttiva PED 2014/68/UE con silenziatore integrato, privo di materiale fonoassorbente, senza usura, comprensivo di valvola di non ritorno, sistema automatico di tensionamento delle cinghie grazie alla parte basculante su cui è montato il motore, non sono necessari supporti a molla, appoggiato su supporti antivibranti, non necessita di smontaggio della cabina per la manutenzione ordinaria.

Caratteristiche tecniche:

Portata	3463 m ³ /h
Portata alle condizioni standard	3000 Nm ³ /h
Pressione differenziale	550 mbar
Potenza assorbita all'albero	78,6 kW
Velocità motore	2984 rpm
Potenza motore	90 kW

Completano la fornitura:

- Basamento conforme alla direttiva PED 2014/68/UE con silenziatore integrato, privo di materiale fonoassorbente, senza usura, comprensivo di valvola di non ritorno, sistema automatico di tensionamento delle cinghie grazie alla parte basculante su cui è montato il motore, non sono necessari supporti a molla, appoggiato su supporti antivibranti, non necessita di smontaggio della cabina per la manutenzione ordinaria.
- valvola di sicurezza, Tipo B, DN 125, In acc. a PED 2014/68/UE, set: 1050 mbar
- Filtro silenziatore in aspirazione, classe di filtrazione ISO Coarse (separazione 60%-85% in accordo a DIN EN ISO 16890)
- Connessione flessibile (ISO) con fascette, grand. nomin. 200 / Ø 219,1 mm, lato mandata
- Cinghie ad alta efficienza

10.1.9 200-CR-102 – Soffiante a lobi

Servizio: Aerazione vasca biologica ad aerazione intermittente (ex-denitrificazione)

Unità: 1

Installazione: all'interno di edificio esistente

Soffiante a lobi con rotori a tre lobi e annullamento delle pulsazioni integrato. Basamento conforme alla direttiva PED 2014/68/UE con silenziatore integrato, privo di materiale fonoassorbente, senza usura, comprensivo di valvola di non ritorno, sistema automatico di tensionamento delle cinghie grazie alla parte basculante su cui è montato il motore, non sono necessari supporti a molla,

appoggiato su supporti antivibranti, non necessita di smontaggio della cabina per la manutenzione ordinaria.

Caratteristiche tecniche:

Portata	3463 m ³ /h
Portata alle condizioni standard	3000 Nm ³ /h
Pressione differenziale	400 mbar
Potenza assorbita all'albero	60 kW
Velocità motore	2940 rpm
Potenza motore	75 kW

Completano la fornitura:

- Basamento conforme alla direttiva PED 2014/68/UE con silenziatore integrato, privo di materiale fonoassorbente, senza usura, comprensivo di valvola di non ritorno, sistema automatico di tensionamento delle cinghie grazie alla parte basculante su cui è montato il motore, non sono necessari supporti a molla, appoggiato su supporti antivibranti, non necessita di smontaggio della cabina per la manutenzione ordinaria.
- valvola di sicurezza, Tipo B, DN 125, In acc. a PED 2014/68/UE, set: 1050 mbar
- Filtro silenziatore in aspirazione, classe di filtrazione ISO Coarse (separazione 60%-85% in accordo a DIN EN ISO 16890)
- Connessione flessibile (ISO) con fascette, grand. nomin. 200 / Ø 219,1 mm, lato mandata
- Cinghie ad alta efficienza

10.1.10 300-PS-101-A/R – Pompa centrifuga sommergibile

Servizio: Ricircolo fanghi da sedimentatore D=19m

Unità: 2

Installazione: semipermanente sommersa su piede di accoppiamento all'interno del pozzetto di ricircolo del sedimentatore D=19 m

Pompa centrifuga con girante bipolare autopulente anti-intasamento.

Dati tecnici

Portata al punto lavoro	150 m ³ /h
Prevalenza al punto di lavoro	m 7,0
Potenza assorbita dalla rete P1	kW 4,8
Potenza nominale	kW 5,0
Motore IE3	
Tensione nominale/Fasi/Frequenza	V/fasi/Hz 400/3/50

Modalità di avviamento	inverter
Numero di giri nominali	giri min ⁻¹ 1500
Grado di protezione	IP 68
Isolamento statore	Classe H
Cavo elettrico sommergibile	tipo Cavo SUBCAB
Lunghezza	m 10
Girante	a canale autopulente semiaperto
Diametro girante	mm 196
Mandata	DN 150
Peso	kg 159

Caratteristiche e materiali

Raffreddamento motore	liquido circostante
Fusioni principali	ghisa grigia GG25
Girante	ghisa grigia GG25
Albero motore	Acciaio inox AISI 431
Tenute meccaniche	doppia integrata a cartuccia / interna esterna
WCCR/WCCR	
Ciclo verniciatura	vernice epossidica

Completano la fornitura:

- Piede di accoppiamento automatico in ghisa grigia GG25, da fissare sul fondo vasca con gradino di 180,50 mm, con curva flangiata UNI PN 10 DN 250, completo di tasselli di fissaggio
- Attacco portaguida superiore 3" in acciaio inox
- Grillo in acciaio inox AISI316L.
- Catena in acciaio inox AISI316L. Lunghezza totale 5mt
- Relè di controllo da montare a quadro, per gestione dispositivi di controllo

10.1.11 300-PS-102-A/R – Pompa centrifuga sommergibile

Servizio: Ricircolo fanghi da sedimentatore D=26m

Unità: 2

Installazione: semipermanente sommersa su piede di accoppiamento all'interno del pozzetto di ricircolo del sedimentatore D=26 m

Pompa centrifuga con girante bipolare autopulente anti-intasamento.

Dati tecnici

Portata al punto lavoro	300 m ³ /h
Prevalenza al punto di lavoro	m 7,0
Potenza assorbita dalla rete P1	kW 9,4
Potenza nominale	kW 9,0
Motore IE3	
Tensione nominale/Fasi/Frequenza	V/fasi/Hz 400/3/50
Modalità di avviamento	inverter
Numero di giri nominali	giri min ⁻¹ 1460
Grado di protezione	IP 68

Isolamento statore	Classe H
Cavo elettrico sommergibile	tipo Cavo SUBCAB
Lunghezza	m 10
Girante	a canale autopulente semiaperto
Diametro girante	mm 234
Mandata	DN 150
Peso	kg 218

Caratteristiche e materiali

Raffreddamento motore	liquido circostante
Fusioni principali	ghisa grigia GG25
Girante	ghisa grigia GG25
Albero motore	Acciaio inox AISI 431
Tenute meccaniche	doppia integrata a cartuccia / interna esterna
WCCR/WCCR	
Ciclo verniciatura	vernice epossidica

Completano la fornitura:

- Piede di accoppiamento automatico in ghisa grigia GG25, da fissare sul fondo vasca con gradino di 180,50 mm, con curva flangiata UNI PN 10 DN 250, completo di tasselli di fissaggio
- Attacco portaguida superiore 3" in acciaio inox
- Grillo in acciaio inox AISI316L.
- Catena in acciaio inox AISI316L. Lunghezza totale 5mt
- Relè di controllo da montare a quadro, per gestione dispositivi di controllo

10.1.12 400-PS-101 – Pompa centrifuga sommergibile

Servizio: Svuotamento vasca di disinfezione

Unità: 1

Installazione: semipermanente sommersa su piede di accoppiamento sul fondo del pozzetto in vasca di disinfezione

Pompa con girante a vortice ideale per applicazioni in cui l'acqua o il liquido presentino concentrazioni di solidi o materiali filamentosi che possono causare problemi di intasamento.

Caratteristiche tecniche:

Portata al punto lavoro	40 m ³ /h
Prevalenza al punto di lavoro	m 4,5
Potenza assorbita dalla rete P1	kW 1,90
Potenza nominale	kW 2,00
Tensione nominale/Fasi/Frequenza	V/fasi/Hz 400/3/50
Modalità di avviamento	tipo diretto
Numero di giri nominali	giri min ⁻¹ 1360
Grado di protezione	IP 68
Isolamento statore	Classe F
Cavo elettrico sommergibile	tipo Cavo SUBCAB 4G1,5+2x1,5
Lunghezza	m 10

Girante	tipo Vortex
Diametro girante	mm 165
Mandata	DN 80
Peso	kg 51

Caratteristiche e materiali

Raffreddamento motore	liquido circostante
Carcassa motore	ghisa grigia GG25
Corpo pompa	ghisa grigia GG25
Girante	ghisa grigia GG25
Albero motore	Acciaio inox AISI 431
Tenuta meccanica interna	ceramica/carbonio
Tenuta meccanica esterna	ceramica/carburo tungsteno anticorrosione
Ciclo verniciatura	verniciatura epossidica di colore grigio

Completano la fornitura:

- Piede di accoppiamento automatico in ghisa grigia GG 25, da fissare direttamente sul fondo vasca, con curva flangiata UNI PN 10 DN 65, completo di tasselli di fissaggio.
- Slitta scorrevole per tubi guida da 2" su piede accoppiamento DN 65
- Attacco portaguida superiore 2" in acciaio inox
- Kit di nr.4 tasselli chimici M16x190 in acciaio inox AISI 316 completo di rondelle per piedi di accoppiamento
- Grillo in acciaio inox portata max. 0,9ton
- Catena in acciaio inox AISI316L portata massima 0,2 ton. Lunghezza totale 6mt.

10.2 STRUMENTI

10.2.1 Interruttori di livello galleggiante

Servizio: Segnalazione di livello bassissimo (LSLL), basso (LSL), alto (LSH), molto alto (LSHH) all'interno di pozzetti/vasche a servizio dell'impianto.

Quantità:

- 2 nel pozzetto oli presente nel comparto dissabbiatura (100-LSL-101,100-LSH-101)
- 6 nella vasca di sollevamento (100-LSLL-101,100-LSL-102,100-LSL-103,100-LSH-102,100-LSH-103,100-LSHH-101)

Descrizione: Interruttore di livello a galleggiante per fluidi. Utilizzo come prevenzione di troppo pieno o come protettore di pompe o di altre utenze elettromeccaniche.

Caratteristiche tecniche:

- Lunghezza cavo 20 m
- Cavo PUR: carburante + olio
- Corpo galleggiante: PP (Polipropilene)
- Applicazione: liquidi
- 2 fili EN60947-5-6 (NAMUR)
- Forma cilindrica

10.2.2 100-FIT-101-Misuratore di portata elettromagnetico

Servizio: Misura della portata di refluo sollevata dalla stazione di sollevamento.

Unità: 1

Descrizione: Misuratore di portata elettromagnetico DN500. Design sensore compatto, scartamento secondo direttive DVGW/ISO. Trasmettitore resistente alla corrosione.

Caratteristiche tecniche:

- DN 500
- Alimentazione 100-240VAC/24VAC/DC
- Uscita ingresso 4-20mA HART, lunghezza impulso/frequenza, uscita switch
- Custodia: Compatta, rivestita alu
- Connessione elettrica: Pressacavo M20
- Rivestimento: Gomma dura
- Attacco al processo: PN16, carbonio, flangia scorrevole a collare EN1092-1
- Taratura portata: 0,5 %
- Lingua di servizio Display: Italiano
- Elettrodi: Alloy C22

10.2.3 200-OIT-103-Misuratore di ossigeno

Servizio: Misura della concentrazione di ossigeno in vasca biologica ad aerazione intermittente (ex-denitrificazione)

Unità: 1

Descrizione: sensore di ossigeno disciolto a fluoroluminescenza e completo di tubo portasensore ad immersione e relativo sistema di fissaggio.

Caratteristiche tecniche:

- campo scala dell'applicazione: 0...25 mg/L O₂;
- risoluzione: 0.01 mg/L O₂;
- accuratezza: 1% di lettura;
- tempo di risposta: 60 sec;
- riferimento standard: soluzione satura solfito di sodio;
- sensore di temperatura integrato: 0...50 °C;
- risoluzione sensore di temperatura: 0.2 °C;
- alimentazione: 6...16 VDC;
- assorbimento max corrente: 0.32 W;
- lunghezza cavo: 10 m;
- materiale custodia: CPVC, acciaio inossidabile, epossidico;
- peso (min.): 540 g;
- dimensioni (diametro x lunghezza): 51 mm x 160 mm;
- temperatura di lavoro: 0...60 °C;
- temperatura di stoccaggio: 0...60 °C;

- pressione di lavoro: 0...6.8 bar;
- installazione / montaggio: immerso oppure in bypass (cella di misura);
- connessione di processo: R 1 ½";
- range pH: 2...10;
- classe di protezione: IP 68;
- sistema di pulizia automatica:
 - fluido: aria compressa;
 - pressione consentita: 2...4.5 bar;
 - volume aria: 5...10 litri per pulizia;
 - durata pulizia: 4...12 secondi per pulizia;
 - intervallo di pulizia in base all'applicazione.

10.2.4 200-NH4IT-101/102 - Misuratore azoto ammoniacale

SERVIZIO: Misura di azoto ammoniacale in vasca biologica ad aerazione intermittente (ex-nitrificazione)

QUANTITÀ: 2 (1 per linea)

DESCRIZIONE: Sonda per la misura di ammoniaca con tecnologia ISE e tecnologia RFID. Sensore per ammonio con 10 m di cavo sviluppato per misure in continuo della concentrazione di ammoniaca per applicazioni negli impianti di trattamento acque reflue. Usa elettrodi ione-selettivi (ISE) per ammonio con una compensazione integrata automatica dei principali interferenti (potassio). Il sensore è progettato per essere immerso direttamente nel processo, eliminando quindi l'esigenza di preparare il campione, e controllato dalla centralina sc100 (fino a 2 sensori) o la centralina (fino ad 8 sensori).

CARATTERISTICHE TECNICHE:

- Metodo misura: Metodo potenziometrico con elettrodi ione-selettivi (ISE) per ammonio e potassio
- Range di misura: 0 a 1000 mg/L NH4-N
- Accuratezza: 5% del valore misurato + 0.2 mg/L (con soluzione standard)
- Tempo di risposta: < 3 min
- Intervallo di misura: in continuo
- Calibrazione: Da codice sensore (cartuccia sensore calibrata), correzione con valore ad 1 e 2 punti o correzione matrice
- Temperatura di esercizio: Aria: da -20 a +45 °C, Acqua: da +2 °C a +40 °C
- Temperatura di stoccaggio: Sensore: da -20 °C a + 60 °C, Cartuccia sensore: da +5 °C a +40 °C
- pH campione: pH5 - pH9
- Cavo sensore Cavo da 10 m con connettore, estendibile a 100 m
- Profondità di immersione: da 0.3 m a 3.0 m

- Max. velocità flusso: < 4 m/s
- Materiali Sonda: Acciaio Inox (1.4571), ASA + PC, Silicone, PVC e PU
- Materiali Cartuccia: PVC, POM, ABS, Acciaio Inox (1.4571), NBR
- Peso: 2380 g
- Dimensioni: 320 mm x 84,5 mm (12,6 × 3,3 pollici) (Lunghezza x Ø)

10.2.5 200-CIT-101/102 - Sensore di torbidità/SST

SERVIZIO: Misura di solidi sospesi in vasca di nitrificazione (linea 1 e 2)

QUANTITÀ: 2

DESCRIZIONE: Fornitura, trasporto, installazione e cablaggio di misuratore di sensore di torbidità/SST, come di seguito descritto.

Sonda da processo con assorbimento combinato della luce infrarossa scatterizzata per la misura della torbidità e solidi sospesi, non influenzati dal colore del campione d'acqua (adatto per vasche di ossidazione, uscita impianti di trattamento, acque superficiali).

DATI TECNICI:

Installazione ad immersione o canali aperti.

Configurazione: sonda ad immersione, corpo sonda in acciaio inox (SS316), con tergisensore e 10 metri di cavo.

Fotometro a doppio detector a luce infrarossa scatterizzata.

Intervallo di misura:

Torbidità: 0,001 - 4000 FNU

Solidi totali: 0,001 – 50,0 g/l

Accuratezza: Torbidità 1,0%, ± 0,001 FNU

Coeff. Var del processo: 1,0 % in accordo con DIN 38402

Tempo di risposta: 0,5 s < T90 < 5 min (impostabile)

Intervallo di misura: 0,3 s

Temperatura campione: +2°C a +40°C

Dimensioni: (D*L) 60 * 200 mm

Peso: circa. 1,8 kg

Riferibilità metodi:

Torbidità in accordo alla DIN EN 27027

Solidi Sospesi equivalente alla DIN 38414

La fornitura comprende:

- Staffa di montaggio per sensori di Torbidità/SST costituita da:
- Palo di sostegno standard di 2m
- Fascetta flessibile di 10cm in acciaio inox

10.2.6 200-CD-101/102 - Centralina di acquisizione e trasmissione dati

SERVIZIO: acquisizione e trasmissione dati vasche biologiche ad aerazione intermittente (ex-nitrificazione)

QUANTITÀ: 2 (1 per linea)

DESCRIZIONE: Fornitura, trasporto, installazione e cablaggio di centralina di acquisizione e trasmissione dati, come di seguito descritto.

Controller digitale per massimo 4 sensori analogici (tramite gateway) e/o digitali con connessione plug-and-play.

Il controller è disponibile con alimentazione in CA (100-240 V, 50/60 Hz). L'alloggiamento ha grado IP66/NEMA 4x. Può essere configurato con comunicazioni digitali Modbus TCP & LAN.

Il controller può fornire messaggi di errore e avvertimenti sul display.

Offre la possibilità di monitorare attivamente tutti i componenti, fornisce dati diagnostici sullo stato di funzionamento generale di tutti i sensori e indica il tempo residuo al prossimo intervento di manutenzione richiesto, riducendo così i rischi per gli utenti. Il controller prevede la possibilità di inviare avvisi in tempo reale quando si verificano problemi con i sensori, grazie a procedure di manutenzione integrate che forniscono istruzioni dettagliate per eseguire attività di taratura e manutenzione, limitando pertanto i rischi per gli utenti.

Prevede la connettività al Cloud tramite rete cellulare o Wifi (con apposito USB box esterno) o connessione LAN.

Modulo display con display grafico a colori e interfaccia utente Touch-Screen, con cavo di collegamento alla centralina e comunicazione MODBUS TCP/IP su porta Ethernet.

La fornitura comprende:

- palina di supporto e capottina parasole.

10.2.7 200-PIT-101/102/103– Misura di pressione a sensore piezoresistivo

SERVIZIO: Misuratore di pressione nei collettori dell'aria verso le vasche biologiche ad aerazione intermittente (ex-nitrificazione e ex-denitrificazione)

QUANTITÀ: 3 (1 per linea)

DESCRIZIONE: Misura di pressione, capacitiva, con sensore ceramico.

CARATTERISTICHE TECNICHE:

- Campo di misura: 0...1 bar
- Uscita: 4...20 mA 2 fili
- Alimentazione 12...36 Vdc.
- Accuratezza: <0.35% FSO compresi gli errori di isteresi e di ripetibilità per campi di misura >0.4 Bar
- Stabilità: < +/-0,1% FSO/anno
- Tempo di risposta: < 5 msec
- Resistenza di isolamento: > 100 Mohm.
- Resistenza alle vibrazioni: 10 g RMS (20...2000 Hz).
- Resistenza ai colpi: 100 g/11 ms.
- Temperatura di lavoro: elettronica -25...+ 85 °C / parti a contatto con il fluido - 25...+125 °C
- Connessioni elettriche: IP65
- Connessione al processo: ½" G
- Posizione di montaggio: tutte

10.2.8 300-FIT-101-Misuratore di portata elettromagnetico

Servizio: Misura della portata di fango di ricircolo da sedimentatore D:19m

Unità: 1

Descrizione: Misuratore di portata elettromagnetico DN200. Design sensore compatto, scartamento secondo direttive DVGW/ISO. Trasmettitore resistente alla corrosione.

Caratteristiche tecniche:

- DN 200
- Alimentazione 100-240VAC/24VAC/DC
- Uscita ingresso 4-20mA HART, lunghezza impulso/frequenza, uscita switch
- Custodia: Compatta, rivestita alu
- Connessione elettrica: Pressacavo M20
- Rivestimento: Gomma dura
- Attacco al processo: PN16, carbonio, flangia scorrevole a collare EN1092-1
- Taratura portata: 0,5 %
- Lingua di servizio Display: Italiano
- Elettrodi: Alloy C22

10.2.9 300-FIT-103-Misuratore di portata elettromagnetico

Servizio: Misura della portata di fango di supero da sedimentatore D:19m a ispessitore statico

Unità: 1

Descrizione: Misuratore di portata elettromagnetico DN100. Design sensore compatto, scartamento secondo direttive DVGW/ISO. Trasmettitore resistente alla corrosione.

Caratteristiche tecniche:

- DN 100

- Alimentazione 100-240VAC/24VAC/DC
- Uscita ingresso 4-20mA HART, lunghezza impulso/frequenza, uscita switch
- Custodia: Compatta, rivestita
- Connessione elettrica: Pressacavo M20
- Rivestimento: Gomma dura
- Attacco al processo: PN16, carbonio, flangia scorrevole a collare EN1092-1
- Taratura portata: 0,5 %
- Lingua di servizio Display: Italiano
- Elettrodi: Alloy C22

10.2.10 300-FIT-104-Misuratore di portata elettromagnetico

Servizio: Misura della portata di fango di supero da sedimentatore D:26m a ispessitore statico

Unità: 1

Descrizione: Misuratore di portata elettromagnetico DN150. Design sensore compatto, scartamento secondo direttive DVGW/ISO. Trasmettitore resistente alla corrosione.

Caratteristiche tecniche:

- DN 150
- Alimentazione 100-240VAC/24VAC/DC
- Uscita ingresso 4-20mA HART, lunghezza impulso/frequenza, uscita switch
- Custodia: Compatta, rivestita
- Connessione elettrica: Pressacavo M20
- Rivestimento: Gomma dura
- Attacco al processo: PN16, carbonio, flangia scorrevole a collare EN1092-1
- Taratura portata: 0,5 %
- Lingua di servizio Display: Italiano
- Elettrodi: Alloy C22

10.2.11 400-PAA-101- Sonda PAA

SERVIZIO: Misura del PAA residuo a fine disinfezione

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Sistema di misura di acido peracetico, senza sensibilità incrociata al perossido di idrogeno. Cella di misura di tipo amperometrico con membrana selettiva per la misurazione del cloro totale in acqua.

La sonda è dotata di compensazione automatica della temperatura. La stabilità del punto zero è elevatissima, così da rendere solitamente superflua una taratura del punto zero. La sonda comprende un preamplificatore con interfaccia passiva da 4÷20 mA, tensione di alimentazione di 16÷24 VDC, per l'allacciamento tramite cavo a due fili con lo strumento regolatore.

Completa di elettrolita di ricarica (50 ml).

Sistema composto da:

- No. 1 Controller multiparametrico
- No. 1 Sonda speciale CTE 1 mA 2 ppm

- No. 1 Cappa membrana
- No. 1 Soluzione elettrolita
- 10 metri Tubo in PE 12x9
- No. 1 Portasonda autopulente
- No. 1 Centralina alimentazione elettrovalvola
- No. 1 Elettrovalvola G1/2"
- No. 1 Fotometro

CARATTERISTICHE TECNICHE:

- Campo di misura: 0,02 ... 2,0 mg/l di PAA
- Campo del valore di pH: 5,5 ... 9,5
- Campo di temperatura: 5 ... 45 °C
- Pressione: max 3 bar
- Flusso: 30...60 l/h (nel DGM oppure DLG III)

10.2.12 400-PIT-101-A/B- Misura di pressione a sensore piezoresistivo

SERVIZIO: Misuratore di pressione a monte e valle del dosaggio di PAA per ricerca perdite

QUANTITÀ: 2

DESCRIZIONE: Misura di pressione, capacitiva, con sensore ceramico.

CARATTERISTICHE TECNICHE:

- Campo di misura: 0...1 bar
- Uscita: 4...20 mA 2 fili
- Alimentazione 12...36 Vdc.
- Accuratezza: <0.35% FSO compresi gli errori di isteresi e di ripetibilità per campi di misura >0.4 Bar
- Stabilità: < +/-0,1% FSO/anno
- Tempo di risposta: < 5 msec
- Resistenza di isolamento: > 100 Mohm.
- Resistenza alle vibrazioni: 10 g RMS (20...2000 Hz).
- Resistenza ai colpi: 100 g/11 ms.
- Temperatura di lavoro: elettronica -25...+ 85 °C / parti a contatto con il fluido - 25...+125 °C
- Connessioni elettriche: IP65
- Connessione al processo: ½" G
- Posizione di montaggio: tutte

10.2.13 400-CD-101- Centralina di acquisizione dati

SERVIZIO: Regolazione del dosaggio di PAA

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: sistema di misura e regolazione multiparametrico configurabile in funzione della reale esigenza operativa per la regolazione delle pompe di dosaggio.

CARATTERISTICHE TECNICHE:

- 2 canali di misurazione con 14 grandezze liberamente selezionabili (tramite ingresso mV oppure mA).
- Funzione di correzione della misura del cloro libero in funzione del pH misurato.
- Regolatore P.I.D. con controllo pompa dosatrice tramite frequenza per 2 pompe dosatrici.
- 2 uscite analogiche per valore di misura, valore di correzione oppure valore regolato (in funzione della dotazione opzionale).
- 4 ingressi digitali per riconoscimento degli errori del valore di misura, pausa e commutazione dei parametri
- 2 relè con funzione limite, timer e regolazione discontinua, regolazione a step su 3 punti (in funzione della dotazione opzionale).
- Grandezze misurate e scelta della lingua alla messa in servizio.
- Salvataggio e trasferimento dei parametri dell'apparecchio su scheda SD.
- Ampliamento successivo delle funzioni software tramite activation key o aggiornamento del firmware.
- Dati e archivio eventi con scheda SD.

10.2.14 400-LIT-101 – Misuratore di livello ad ultrasuoni completo di terminale di conversione livello/portata

SERVIZIO: Misura di livello sullo stramazzo di uscita dalla disinfezione (per calcolo della portata in uscita impianto)

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Misuratore di portata di tipo ad ultrasuoni a tempo di volo, per misure di portata in continuo a canale aperto, non a contatto con il prodotto, composto da sensore di livello ad ultrasuoni e trasmettitore per conversione livello/portata.

CARATTERISTICHE TECNICHE SENSORE:

- Principio di misura: Ultrasonoro
- Precisione: $\pm 2 \text{ mm} + 0,17\%$ della distanza misurata
- Temperatura ambiente / processo: $-40 \dots 80 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Angolo di emissione: 9°
- Frequenza di lavoro: 43 kHz
- Pressione assoluta di processo / limite massimo di sovrappressione: $0,7 \dots 4 \text{ bar}$ assoluti

- Materiale costruttivo: PVDF (completamente saldato IP68/NEMA 6P)
- Attacco al processo: 1" G
- Distanza di blocco: 0.30 m
- Distanza massima di misura: 10 m
- Sensore di temperatura integrato per la correzione del Time of Flight. Possibilità di eseguire misure accurate, anche in presenza di sbalzi di temperatura
- Funzione di autopulizia per ridurre la formazione di depositi
- Lunghezza cavo pari a 10 metri

CARATTERISTICHE TECNICHE TRASMETTITORE:

- Custodia: in materiale plastico
- Grado di protezione: IP66
- Riconoscimento automatico del sensore collegato
- Alimentazione 90...253 V 50/60 Hz
- Uscite di comunicazione Profibus DP
- Uscite relè: n.° 1 relè SPDT
- Temperatura ambiente: -40 ... 60°C
- Display: retroilluminato, grafico a 6 righe con menu guidato specifico per il Paese (15 lingue selezionabili), diagnostica in loco con curva di inviluppo
- Tastiera con 3 pulsanti per programmazione/operatività
- Operatività, attività di diagnostica e documentazione del punto di misura semplificati grazie al software operativo incluso nella fornitura
- Correzione del Time of Flight tramite sensori di temperatura integrati nel sensore o esterni
- Tabelle di linearizzazione preprogrammate e selezionabili per i più comuni canali aperti e stramazzi
- Linearizzazione personalizzabile (fino a 32 punti, liberamente configurabile)
- Calcolo on-line delle portate di canali aperti/stramazzi tramite curve di portata integrate
- Routine di comando pompe preprogrammate
- Integrazione del sistema tramite HART
- Misura simultanea di livello e di portata con un singolo sensore
- Uscita impulsi di conteggio o di tempo per il comando delle unità esterne

10.3 ORGANI DI REGOLAZIONE

10.3.1 100-SGe-101– Paratoia in canale ad azionamento motorizzato modulante

SERVIZIO: Intercettazione canale di grigliatura grossolana - ingresso impianto

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Paratoia in canale ad azionamento motorizzato modulante in acciaio inox AISI 304 dimensioni 700x1400.

CARATTERISTICHE TECNICHE:

- Larghezza scudo: 700 mm
- Altezza scudo: 1400 mm
- Distanza tra fondo apertura e piano di manovra: 1400 mm
- Tenuta: 3 lati, 1 senso
- Esecuzione: acciaio inox AISI304
- Otturatore in profilati e lamiera di acciaio inox AISI 304 completo di opportuni irrigidimenti
- Gargame autoportante in profilati e lamiera di acciaio inox AISI 304 completo di profili per fissaggio a c.a.
- Tenute sui 3 lati con guarnizioni a nota musicale in gomma EPDM, riportate sullo scudo tramite viti e mordacchie.
- N°1 Asta di comando: realizzata con filettatura trapezoidale in AISI 304
- Dispositivo di comando del tipo a vite saliente con riduttore di sforzo ad ingranaggi conici
- Comando motorizzato mediante attuatore elettromeccanico modulante completo di: finecorsa di posizione, resistenze anticondensa, limitatore di coppia contro eventuali sovra sforzi, indicatore di posizione, volantino manuale di emergenza. Grado di protezione elettrica IP65. Alimentazione 400 V. Predisposizione per scambio segnali analogici 4...20 mA.

Compresi nella fornitura: i materiali e gli accessori per il montaggio in acciaio inox, le eventuali opere civili, le assistenze murarie necessarie all'installazione ed ogni altro onere per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte.

10.3.2 100-SGm-101 – Paratoia in canale ad azionamento manuale

SERVIZIO: Intercettazione alimentazione canale di by-pass grigliatura grossolana (monte)

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Paratoia in canale ad azionamento manuale in acciaio inox AISI 304 dimensioni 1400X500.

CARATTERISTICHE TECNICHE:

- Larghezza scudo: 1400 mm
- Altezza scudo: 500 mm
- Distanza tra fondo apertura e piano di manovra: 500 mm
- Tenuta: 3 lati, 1 senso
- Esecuzione: acciaio inox AISI304

- Otturatore in lamiera di acciaio inox AISI 304 pressopiegate completo di profili di irrigidimento
- Gargame autoportante in profilati e lamiera di acciaio inox AISI 304 completo di profili per fissaggio a c.a.
- Tenute sui 3 lati con guarnizioni a nota musicale in gomma EPDM, riportate sullo scudo tramite viti e mordacchie.
- Nr.1 Asta di comando: realizzata in acciaio AISI 304, con filettatura trapezoidale TPN.
- Dispositivo di comando: del tipo a vite saliente, con nr.1 riduttore di sforzo ad ingranaggi conici, copristelo in AISI 304
- Manovra manuale a volantino.

Compresi nella fornitura: i materiali e gli accessori per il montaggio in acciaio inox, le eventuali opere civili, le assistenze murarie necessarie all'installazione ed ogni altro onere per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte.

10.3.3 100-SGm-103/104/105/106/107/108 – Paratoia in canale ad azionamento manuale

SERVIZIO:

- Intercettazione alimentazione canale di grigliatura grossolana (monte): 100-SGm-103
- Intercettazione canale di grigliatura grossolana (valle): 100-SGm-104
- Intercettazione alimentazione canale di grigliatura fine (monte) – linea 1: 100-SGm-105
- Intercettazione alimentazione canale di grigliatura fine (valle) – linea 1: 100-SGm-106
- Intercettazione alimentazione canale di grigliatura fine (monte) – linea 2: 100-SGm-107
- Intercettazione alimentazione canale di grigliatura fine (valle) – linea 2: 100-SGm-108

QUANTITÀ: 6

DESCRIZIONE: Paratoia in canale ad azionamento manuale in acciaio inox AISI 304 dimensioni 1200X1400.

CARATTERISTICHE TECNICHE:

- Larghezza scudo: 1200 mm
- Altezza scudo: 1400 mm
- Distanza tra fondo apertura e piano di manovra: 1400 mm
- Tenuta: 3 lati, 1 senso
- Esecuzione: acciaio inox AISI304
- Otturatore in lamiera di acciaio inox AISI 304 pressopiegate completo di profili di irrigidimento
- Gargame autoportante in profilati e lamiera di acciaio inox AISI 304 completo di profili per fissaggio a c.a.

- Tenute sui 3 lati con guarnizioni a nota musicale in gomma EPDM, riportate sullo scudo tramite viti e mordacchie.
- Nr.1 Asta di comando: realizzata in acciaio AISI 304, con filettatura trapezoidale TPN.
- Dispositivo di comando: del tipo a vite saliente, con nr.1 riduttore di sforzo ad ingranaggi conici, copristelo in AISI 304
- Manovra manuale a volantino.

Compresi nella fornitura: i materiali e gli accessori per il montaggio in acciaio inox, le eventuali opere civili, le assistenze murarie necessarie all'installazione ed ogni altro onere per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte.

10.3.4 100-SGeo-109 – Paratoia in canale ad azionamento motorizzato ON/OFF

SERVIZIO: Intercettazione canale di bypass comparto di grigliatura (valle)

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Paratoia in canale ad azionamento motorizzato ON/OFF, realizzata interamente in acciaio inox AISI304

CARATTERISTICHE TECNICHE:

- Larghezza scudo: 700 mm
- Altezza scudo: 1400 mm
- Distanza tra fondo apertura e piano di manovra: 1400 mm
- Tenuta: 3 lati, 2 sensi
- Esecuzione: acciaio inox AISI304
- Gargame autoportante in profilati e lamiere di acciaio inox AISI 304 completo di profili per fissaggio a c.a.
- Otturatore in profilati e lamiere di acciaio inox AISI 304 completo di opportuni irrigidimenti
- Tenute sui 3 lati con guarnizioni a nota musicale in gomma EPDM, riportate sullo scudo tramite viti e mordacchie.
- N°1 Asta di comando: realizzata con filettatura trapezoidale in AISI 304
- Dispositivo di comando del tipo a vite saliente con riduttore di sforzo ad ingranaggi conici
- Manovra manuale volantino
- Comando motorizzato mediante attuatore elettromeccanico ON/OFF completo di: finecorsa di posizione, resistenze anticondensa, limitatore di coppia contro eventuali sovra sforzi, volantino manuale di emergenza. Grado di protezione elettrica IP65. Alimentazione 400 V. Predisposizione per scambio segnali analogici con protocollo di comunicazione 4...20 mA.

Compresi nella fornitura: i materiali e gli accessori per il montaggio in acciaio inox, le eventuali opere civili, le assistenze murarie necessarie all'installazione ed ogni altro onere per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte.

10.3.5 100-SGm-110 – Paratoia su tubazione in parete ad azionamento manuale

SERVIZIO: Intercettazione alimentazione tubazione di by-pass dissabbiatura (monte)

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Paratoia su tubazione in parete ad azionamento manuale in acciaio inox AISI 304.

CARATTERISTICHE TECNICHE:

- Larghezza luce in parete: DN800
- Distanza tra fondo apertura e piano di manovra: 4550 mm
- Tenuta: 4 lati, 2 sensi
- Esecuzione: acciaio inox AISI304
- Otturatore in lamiera di acciaio inox AISI 304 pressopiegate completo di profili di irrigidimento
- Gargame autoportante in profilati e lamiera di acciaio inox AISI 304 completo di profili per fissaggio a c.a.
- Tenute sui 4 lati con guarnizioni a nota musicale in gomma EPDM, riportate sullo scudo tramite viti e mordacchie.
- Nr.1 Asta di comando: realizzata in acciaio AISI 304, con filettatura trapezoidale TPN.
- Dispositivo di comando: del tipo a vite saliente, con nr.1 riduttore di sforzo ad ingranaggi conici, copristelo in AISI 304
- Manovra manuale a volantino.

Compresi nella fornitura: i materiali e gli accessori per il montaggio in acciaio inox, le eventuali opere civili, le assistenze murarie necessarie all'installazione ed ogni altro onere per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte.

10.3.6 100-SGm-111 – Paratoia su luce a stramazzo ad azionamento manuale

SERVIZIO: Intercettazione alimentazione tubazione di by-pass dissabbiatura (monte)

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Paratoia su luce a stramazzo ad azionamento manuale in acciaio inox AISI 304.

CARATTERISTICHE TECNICHE:

- Larghezza scudo: 1000 mm
- Altezza scudo: 900 mm
- Distanza tra fondo apertura e piano di manovra: 1650 mm
- Tenuta: 3 lati, 1 senso
- Esecuzione: acciaio inox AISI304
- Otturatore in lamiera di acciaio inox AISI 304 pressopiegate completo di profili di irrigidimento
- Gargame autoportante in profilati e lamiera di acciaio inox AISI 304 completo di profili per fissaggio a c.a.

- Tenute sui 3 lati con guarnizioni a nota musicale in gomma EPDM, riportate sullo scudo tramite viti e mordacchie.
- Nr.1 Asta di comando: realizzata in acciaio AISI 304, con filettatura trapezoidale TPN.
- Dispositivo di comando: del tipo a vite saliente, con nr.1 riduttore di sforzo ad ingranaggi conici, copristelo in AISI 304
- Manovra manuale a volantino.

Compresi nella fornitura: i materiali e gli accessori per il montaggio in acciaio inox, le eventuali opere civili, le assistenze murarie necessarie all'installazione ed ogni altro onere per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte.

10.3.7 400-VGe-101 – Elettrovalvola a ghigliottina ON/OFF

SERVIZIO: Estrazione fango di supero da sedimentatore D=19 m a ispessimento statico

QUANTITA': 1

DESCRIZIONE: Valvola a ghigliottina DN100 ON/OFF, dalle seguenti caratteristiche:

- Idonea per connessioni EN1092-1
- Attacchi: flangiati tipo Wafer
- Pressione esercizio massima PN16
- Diametro nominale DN100
- Attuatore elettrico tipo ON//OFF completo di fine corsa
- Segnale in/out 4:20 mA
- Temperatura massima 80°C
- Protezioni in accordo con Direttiva Macchine CE

MATERIALE:

- corpo in GGG40
- lama 304SS
- packing PTFE
- Seat EPDM
- tenuta in NBR

10.3.8 400-VGe-102 – Elettrovalvola a ghigliottina ON/OFF

SERVIZIO: Estrazione fango di supero da sedimentatore D=26 m a ispessimento statico

QUANTITA': 1

DESCRIZIONE: Valvola a ghigliottina DN150 ON/OFF, dalle seguenti caratteristiche:

- Idonea per connessioni EN1092-1
- Attacchi: flangiati tipo Wafer
- Pressione esercizio massima PN16

- Diametro nominale DN150
- Attuatore elettrico tipo ON//OFF completo di fine corsa
- Segnale in/out 4:20 mA
- Temperatura massima 80°C
- Protezioni in accordo con Direttiva Macchine CE

MATERIALE:

- corpo in GGG40
- lama 304SS
- packing PTFE
- Seat EPDM
- tenuta in NBR

10.3.9 400-SGm-101 – Paratoia manuale su luce in parete

SERVIZIO: Intercettazione alimentazione canale principale disinfezione

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Paratoia manuale su luce in parete in acciaio inox AISI 304 dimensioni 1000X1000.

CARATTERISTICHE TECNICHE:

- Larghezza scudo: 1000 mm
- Altezza scudo: 1000 mm
- Distanza tra fondo apertura e piano di manovra: 2350 mm
- Tenuta: 4 lati, 1 senso
- Esecuzione: acciaio inox AISI304
- Otturatore in lamiera di acciaio inox AISI 304 pressopiegate completo di profili di irrigidimento
- Gargame autoportante in profilati e lamiera di acciaio inox AISI 304 completo di profili per fissaggio a c.a.
- Tenute sui 4 lati con guarnizioni a nota musicale in gomma EPDM, riportate sullo scudo tramite viti e mordacchie.
- Nr.1 Asta di comando: realizzata in acciaio AISI 304, con filettatura trapezoidale TPN.
- Dispositivo di comando: del tipo a vite saliente, con nr.1 riduttore di sforzo ad ingranaggi conici, copristelo in AISI 304
- Manovra manuale a volantino.

Compresi nella fornitura: i materiali e gli accessori per il montaggio in acciaio inox, le eventuali opere civili, le assistenze murarie necessarie all'installazione ed ogni altro onere per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte.

10.3.10 400-SGm-102 – Paratoia su tubazione in parete ad azionamento manuale

SERVIZIO: Intercettazione alimentazione tubazione di bypass disinfezione (monte)

QUANTITÀ: 1

DESCRIZIONE: Paratoia su tubazione in parete ad azionamento manuale in acciaio inox AISI 304.

CARATTERISTICHE TECNICHE:

- Larghezza luce in parete: De630
- Distanza tra fondo apertura e piano di manovra: 3250 mm
- Tenuta: 4 lati, 1 senso
- Esecuzione: acciaio inox AISI304
- Otturatore in lamiera di acciaio inox AISI 304 pressopiegata completo di profili di irrigidimento
- Gargame autoportante in profilati e lamiera di acciaio inox AISI 304 completo di profili per fissaggio a c.a.
- Tenute sui 4 lati con guarnizioni a nota musicale in gomma EPDM, riportate sullo scudo tramite viti e mordacchie.
- Nr.1 Asta di comando: realizzata in acciaio AISI 304, con filettatura trapezoidale TPN.
- Dispositivo di comando: del tipo a vite saliente, con nr.1 riduttore di sforzo ad ingranaggi conici, copristelo in AISI 304
- Manovra manuale a volantino.

Compresi nella fornitura: i materiali e gli accessori per il montaggio in acciaio inox, le eventuali opere civili, le assistenze murarie necessarie all'installazione ed ogni altro onere per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte.

10.4 ELENCO EQUIPAGGIAMENTI

10.4.1 100-PK-101 – Rete di diffusori a bolle grosse

SERVIZIO: Insufflazione aria alla linea di dissabbiatura/disoleatura

QUANTITÀ: 1 rete

DESCRIZIONE: Diffusore tubolare in acciaio inossidabile appartenente alla tipologia di diffusore a bolle grosse. Il singolo diffusore tubolare a bolle grosse è costituito essenzialmente da un corpo in acciaio inossidabile AISI 304 L, chiuso alle estremità da due piastrine ad esso saldate. Una di esse incorpora un dado esagonale e un attacco 3/4" NPT. Sulle pareti laterali sono disposti su due livelli i fori attraverso i quali fuoriesce l'aria. Un deflettore posto nella parte inferiore provvede ad indirizzare il liquido aerato lungo le pareti esterne. Il sistema è costituito essenzialmente da tubazioni portadiffusori, diffusori, e tubazioni di calata.

CARATTERISTICHE TECNICHE:

Portata d'aria singolo diffusore tubolare

- Minima 7.0 Nm³/h
- Media 18-25 Nm³/h
- Massima 52 Nm³/h

Diffusore

- Materiale Acciaio Inox AISI 304L
- Attacco 3/4" NPT
- Lunghezza 450 mm
- Altezza 92 mm
- Larghezza 50 mm
- Peso diffusore 1,0 kg

Condizioni di esercizio

- N. diffusori installati (totale) 14
- Portata d'aria massima 280 Nm³/h
- Portata d'aria specifica singolo diffusore 20 Nm³/h

10.4.2 200-PK-103 – Rete di diffusori a bolle fini

SERVIZIO: Insufflazione aria comparto biologico ad aerazione intermittente (ex denitrificazione)

QUANTITÀ: 1 rete

DESCRIZIONE: Sistema di aerazione con diffusori a disco, aventi diametro esterno 336 e una superficie utile per la diffusione dell'aria di 0,06 m². Ciascun diffusore può insufflare aria in continuo compresa nel range 1,5 - 8 Sm³/h; la portata unitaria di aria massima ammissibile in condizioni di punta è pari a 10 Sm³/h.

Il sistema è caratterizzato da:

- diffusori fissati alle tubazioni con attacco a slitta senza incollaggi che consente facili sostituzioni ed eventuali ampliamenti inserendo nuovi diffusori intercalati fra gli esistenti. La fornitura prevede che i diffusori siano completamente montati sulle tubazioni. Non è necessario quindi prevedere oneri aggiuntivi per la sistemazione delle ghiera e delle membrane sui corpi dei diffusori
- presenza di valvola di non ritorno indipendente a sfera in AISI 316 che impedisce la penetrazione nel sistema del liquame in caso di fermata di alimentazione dell'aria o danneggiamento della membrana, offrendo una garanzia ulteriore di buon funzionamento e di durata nel tempo
- anello di chiusura che limita le perdite di carico nei diffusori soprattutto a portate elevate, con conseguente riduzione del consumo energetico dei compressori d'aria grazie alla minor

prevalenza richiesta. Con l'anello chiuso il sistema è inoltre perfettamente equilibrato nella distribuzione dell'aria ed è possibile eliminare le condense con un unico sistema di spurgo per ogni gruppo, collegando una tubazione di scarico DN 15 - esclusa dalla fornitura - al pezzo speciale installato sull'anello di chiusura o sul collettore

- gli spezzoni di tubo sono collegati tra loro da giunti di dilatazione
- i tubi porta diffusori in uPVC (tipo PVC 125 UNI EN 1452-2, spessore 3,5 mm) sono ancorati alla platea del bacino con supporti regolabili di tipo HPK 210 in PVC.

CARATTERISTICHE TECNICHE:

- Numero vasche: 1
- Numero di sistemi previsti: 1
- Dimensioni della vasca: DxHut 22x3 m
- Richiesta di ossigeno totale in condizioni standard (SOTR):
 - Condizioni Max: 166,12 kg/h
 - Condizioni Medie: 87 kg/h
 - Condizioni minime: 65,95 kg/h

CARATTERISTICHE E PRESTAZIONI:

- Numero di diffusori: 432
- Superficie utile di membrana di diffusione aria: 25,92 m²
- Numero gruppi: 2
- Portata d'aria alimentata da ciascun diffusore:
 - Condizioni Max: 8,00 Sm³/h
 - Condizioni Medie: 3,88 Sm³/h
 - Condizioni minime: 2,84 Sm³/h
- Portata d'aria alimentata:
 - Condizioni Max: 3456 Sm³/h
 - Condizioni Medie: 1674 Sm³/h
 - Condizioni minime: 1228 Sm³/h
- Efficienza di trasferimento ossigeno in condizioni standard (SOTE %)
 - Condizioni Max: 17,2 %
 - Condizioni Medie: 18,6 %
 - Condizioni minime: 19,2 %
- Perdita di carico del diffusore alle condizioni operative previste: 0,53 m.c.a
- Diametro nominale del collettore di fondo e della flangia di connessione alla calata: DN150/DN150
- Materiale collettore di fondo: uPVC (tipo PVC UNI EN 1452-2, spessore mm)
- Diametro tubi porta diffusori: DN80
- Materiale tubi porta diffusori: uPVC (tipo PVC UNI EN 1452-2, spessore 3,5 mm)

- Collettori di fondo di mandata dell'aria completi di tronchetto flangiato a circa 350 mm dal fondo vasca con flangia libera da collegare alla calata di alimentazione
- Collettore di chiusura ad anello DN 80 (Diam.est. = 90 mm) (per gruppi di aerazione rettangolari) in uPVC
- Tubi porta diffusori forati nella parte superiore per l'alimentazione dei diffusori e tagliati a spezzoni con estremità cianfrinata per facilitare l'inserimento dei giunti di dilatazione
- Supporti regolabili del tipo HPK 210 in PVC per tubazioni DN 80 (Diam.est. = 90 mm) e del tipo TPK in AISI 316 per i collettori di diametro superiore al DN 80
- Giunti di dilatazione
- Pezzo speciale per l'eliminazione delle condense in AISI 316 con attacco per tubazione DN 15
- Diffusori con valvola di non ritorno indipendente a sfera in AISI 316 pre-installati sulle tubazioni aventi le seguenti caratteristiche:
 - Tipologia di diffusore: A bolle fini con membrana in
 - EPDM
 - Diametro esterno del diffusore: mm 336
 - Peso del diffusore: kg 0,795
 - Temperatura massima ammissibile dell'aria alimentata: °C 80
 - Materiale del corpo del diffusore: Polipropilene
 - Materiale dell'anello di protezione della membrana: Poliacetato (POM)
 - Materiale del sella di fissaggio alla tubazione: Polipropilene

10.5 CONTROLLORE DI PROCESSO AVANZATO TIPO OSCAR®

SERVIZIO: sistema di comando e controllo del processo ad aerazione intermittente in vasca biologica

CARATTERISTICHE SOFTWARE:

Fornitura di sistema di controllo del processo biologico OSCAR® STD.

La gestione ad aerazione intermittente del processo di nitrificazione/denitrificazione sottopone la vasca di ossidazione/nitrificazione a fasi anossiche e aerobiche.

Le macchine per la fornitura dell'aria vengono attivate e disattivate in funzione del valore di concentrazione di azoto ammoniacale rilevato in vasca. Nelle fasi di aerazione il controllo della quantità d'aria fornita avviene sulla base del mantenimento di un set-point di ossigeno disciolto, statico o dinamico.

Il sistema di automazione e supervisione di seguito proposto permetterà il funzionamento del depuratore con:

- Aerazione Intermittente con logiche basate sul controllo di:

- DO e N-NH₄: il sistema ottimizza la fornitura di ossigeno perseguendo una condizione di processo di nitrificazione/denitrificazione in alternanza;
- DO: il sistema regola l'alternanza delle fasi sulla base della sola misura dell'ossigeno. Questa logica interviene automaticamente in caso di guasto di misure di azoto ammoniacale;
- temporale: l'utente definisce delle fasce temporali giornaliere di attivazione e disattivazione dell'aerazione. Durante le fasi aerate, la fornitura d'aria è governata dalla concentrazione di ossigeno disciolto in vasca.
- Utilizzo di algoritmi che prevedano la gestione della miscelazione del fango durante la fase di denitrificazione solo attraverso l'utilizzo del sistema di diffusione dell'aria.

Il software comunica con il sistema di automazione dell'impianto via modbus TCP/IP.

CARATTERISTICHE HARDWARE:

Il software di controllo risiede su un PC industriale tipo Phoenix Contact per fondo quadro, modello BL BPC 2000, con le seguenti caratteristiche minime:

- Processor: Celeron QuadCore 1.83 GHz
- Main memory: 8 GB DDR3 SODIMM
- Master Storage: 500 GB Hard Drive SATA

Il PC industriale è collegato su rete ethernet al PLC dell'impianto il quale trasmetterà i valori di campo richiesti; il PC comunicherà via ModBus TCP/IP con il PLC.

Il controllore elaborerà i segnali attraverso gli algoritmi e restituirà i set point al PLC dell'impianto necessari al corretto funzionamento del processo ad aerazione intermittente.

In qualsiasi momento dovrà poter venir disabilitato o abilitato garantendo sempre, attraverso il PLC generale dell'impianto, le funzionalità di base del depuratore.

CARATTERISTICHE SERVICE DI FORNITURA CONTROLLORE DI PROCESSO:

È compreso il servizio di avviamento e l'esecuzione di un periodo di 12 mesi di supervisione alla conduzione con personale tecnico qualificato con almeno 4 anni di esperienza certificata nel campo dell'avviamento e conduzione dei processi di gestione ad aerazione intermittente.

Il personale addetto all'avviamento dovrà essere in possesso di competenze informatiche ed elettroniche con un profilo professionale minimo di perito industriale, tale da essere in grado di individuare e risolvere problematiche specifiche.

Per il periodo di avviamento dovrà venir fornito un servizio di assistenza da remoto in merito alle prestazioni e funzionalità (modifica parametri, valutazione dei risultati...) del software.

Il fornitore dovrà eseguire la formazione del personale che la Stazione Appaltante indicherà e la formazione riguarderà gli aspetti del software, del processo e della manutenzione delle apparecchiature fornite.

Per il periodo di avviamento, al fine di dare una rapida visione sullo stato di efficienza depurativa dell'impianto, sarà compresa nella lavorazione la fornitura di un Decision Support System che, attraverso indici e grafici appositamente sviluppati, permetta un costante monitoraggio della performance depurativa e dia precise indicazioni in merito alla stabilità del processo.

I dati dovranno essere sempre disponibili su piattaforma web e consultabili attraverso dispositivi mobili.

Il Service dovrà prevedere prestazioni e tempistiche minime come indicato di seguito:

- monitoraggio continuo con Decision Support System e segnalazione di eventuali anomalie riscontrate entro 24 ore;
- interpretazione delle anomalie riscontrate da parte dell'operatore entro 72 ore;
- monitoraggio dei dati online relativi al comparto biologico una volta a settimana, effettuato da ingegneri di processo specializzati nella depurazione delle acque reflue;
- invio di report relativi alle performance dell'impianto e contenenti eventuali segnalazioni/proposte di ottimizzazione una volta a settimana;
- elaborazione grafici dei principali parametri remotizzati, dati analitici e verifica obiettivi service bimestrale;

assistenza telefonica e da remoto Lun.-Ven. 8:30-12:30 14:00-18:00