

PROGETTO ESECUTIVO

02	09/2020	Revisione per chiusura dei rilievi (rapporto tecnico n.1 - codice verifica: 010_RE-E-987, trasmesso in data 21.09.2020)	DM	NP	DC
01	08/2020	Revisione in recepimento dei rilievi nell'ambito della verifica ai sensi dell'art. 26 del D.Lgs. 50/2016 (codice verifica: 010_RE-E-987 - data 01/08/20)	DM	NP	DC
00	06/2020	Emissione per commenti	DM	NP	DC
INDICE	DATA	M O D I F I C H E	DISEGN.	CONTR.	APPROV.

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

M-G-023

CAPO I°

NORME AMMINISTRATIVE

INDICE

1. NATURA E OGGETTO DELL'APPALTO.....	4
ART. 1 - OGGETTO DELL'APPALTO	4
ART. 2 - AMMONTARE DELL'APPALTO	4
ART. 3 – CRITERIO DI AGGIUDICAZIONE E MODALITÀ DI STIPULAZIONE DEL CONTRATTO.....	4
ART. 4 - CATEGORIA PREVALENTE, CATEGORIE SCORPORABILI E SUBAPPALTABILI.....	5
ART. 5 - GRUPPI DI LAVORAZIONI OMOGENEE, CATEGORIE CONTABILI	5
2. DISCIPLINA CONTRATTUALE.....	6
ART. 6 - INTERPRETAZIONE DEL CONTRATTO E DEL CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO.....	6
ART. 7 - DOCUMENTI CHE FANNO PARTE DEL CONTRATTO.....	6
ART. 8 - DISPOSIZIONI PARTICOLARI RIGUARDANTI L'APPALTO	7
ART. 9 - FALLIMENTO DELL'APPALTATORE	8
ART. 10 - RAPPRESENTANTE DELL'APPALTATORE E DOMICILIO; DIRETTORE DI CANTIERE	8
ART. 11 - NORME GENERALI SUI MATERIALI, I COMPONENTI, I SISTEMI E L'ESECUZIONE	9
ART. 12 - DENOMINAZIONE IN VALUTA	9
3. TERMINI PER L'ESECUZIONE	10
ART. 13 - CONSEGNA E INIZIO DEI LAVORI.....	10
ART. 14 - TERMINI PER L'ULTIMAZIONE DEI LAVORI	11
ART. 15 - SOSPENSIONI E PROROGHE.....	11
ART. 16 - PENALI IN CASO DI RITARDO.....	12
ART. 17 - PROGRAMMA ESECUTIVO DEI LAVORI DELL'APPALTATORE E CRONOPROGRAMMA ..	12
ART. 18 - INDEROGABILITÀ DEI TERMINI DI ESECUZIONE	14
ART. 19 - RISOLUZIONE DEL CONTRATTO PER MANCATO RISPETTO DEI TERMINI	14
4. DISCIPLINA ECONOMICA.....	16
ART. 20 - ANTICIPAZIONE	16
ART. 21 - PAGAMENTI IN ACCONTO	16
ART. 22 - PAGAMENTI A SALDO	17
ART. 23 - RITARDI NEL PAGAMENTO DELLE RATE DI ACCONTO	18
ART. 24 - RITARDI NEL PAGAMENTO DELLA RATA DI SALDO.....	19
ART. 25 - REVISIONE PREZZI.....	19
ART. 26 - CESSIONE DEL CONTRATTO E CESSIONE DEI CREDITI	20
5. CONTABILIZZAZIONE E LIQUIDAZIONE DEI LAVORI.....	21
ART. 27 - LAVORI A MISURA	21

ART. 28 - LAVORI A CORPO	21
ART. 29 - LAVORI IN ECONOMIA	22
ART. 30 - VALUTAZIONE DEI MANUFATTI E DEI MATERIALI A PIÈ D'OPERA.....	22
6. CAUZIONI E GARANZIE	23
ART. 31 - CAUZIONE PROVVISORIA	23
ART. 32 - GARANZIA FIDEIUSSORIA O CAUZIONE DEFINITIVA	23
ART. 33 - RIDUZIONE DELLE GARANZIE.....	24
ART. 34 - ASSICURAZIONE A CARICO DELL'IMPRESA	24
7. DISPOSIZIONI PER L'ESECUZIONE.....	26
ART. 35 - VARIAZIONE DEI LAVORI	26
ART. 36 - VARIANTI PER ERRORI OD OMISSIONI PROGETTUALI	27
ART. 37 - PREZZI APPLICABILI AI NUOVI LAVORI E NUOVI PREZZI.....	27
8. DISPOSIZIONI IN MATERIA DI SICUREZZA.....	28
ART. 38 - NORME DI SICUREZZA GENERALI	28
ART. 39 - SICUREZZA SUL LUOGO DI LAVORO.....	28
ART. 40 - PIANI DI SICUREZZA	28
ART. 41 - PIANO OPERATIVO DI SICUREZZA.....	29
ART. 42 - OSSERVANZA E ATTUAZIONE DEI PIANI DI SICUREZZA	30
9. DISCIPLINA DEL SUBAPPALTO	31
ART. 43 - SUBAPPALTO	31
ART. 44 - RESPONSABILITÀ IN MATERIA DI SUBAPPALTO.....	34
ART. 45 - PAGAMENTO DEI SUBAPPALTATORI.....	34
10. CONTROVERSIE, MANODOPERA, ESECUZIONE D'UFFICIO.....	35
ART. 46 - CONTROVERSIE.....	35
ART. 47 - CONTRATTI COLLETTIVI E DISPOSIZIONI SULLA MANODOPERA.....	36
ART. 48 - RISOLUZIONE DEL CONTRATTO - ESECUZIONE D'UFFICIO DEI LAVORI	37
11. DISPOSIZIONI PER L'ULTIMAZIONE	39
ART. 49 - ULTIMAZIONE DEI LAVORI	39
ART. 50 - TERMINI PER IL COLLAUDO	39
ART. 51 - PRESA IN CONSEGNA DEI LAVORI ULTIMATI.....	39
12. NORME FINALI.....	41
ART. 52 - ONERI E OBBLIGHI A CARICO DELL'APPALTATORE.....	41
ART. 53 - OBBLIGHI SPECIALI A CARICO DELL'APPALTATORE.....	45
ART. 54 - NORME PER L'ESPLETAMENTO DELLE PRESTAZIONI E DELLE ATTIVITÀ OCCORRENTI PER LE OCCUPAZIONI TEMPORANEE, LE ESPROPRIAZIONI, E LE SERVITÙ E PER L'OTTENIMENTO DI PERMESSI, AUTORIZZAZIONI, ECC.	47

ART. 55 - PROPRIETÀ DEI MATERIALI DI SCAVO E DI DEMOLIZIONE	47
ART. 56 - CUSTODIA DEL CANTIERE	48
ART. 57 - CARTELLO DI CANTIERE.....	48
ART. 58 - SPESE CONTRATTUALI, IMPOSTE, TASSE.....	48
13. ALLEGATI	49
TABELLA A	49
TABELLA B	50
TABELLA C	51

N.B.

A seguito dell'entrata in vigore del D.Lgs. 50/2016 in data 19/04/2016 ed in mancanza dei decreti attuativi e delle linee guida (art. 216 dello stesso Decreto), nel presente Capitolato Speciale d'Appalto si riportano per analogia gli articoli del D.P.R. 207/2010 abrogati dal D.Lgs. 50/2016 (parti evidenziate in grigio) e quelli che verranno abrogati nel momento in cui entreranno in vigore i suddetti decreti e linee guida (parti evidenziate in giallo)

1. NATURA E OGGETTO DELL'APPALTO

Art. 1 - Oggetto dell'appalto

1. L'oggetto dell'appalto consiste nell'esecuzione di tutti i lavori e forniture necessari per la realizzazione delle opere relative all' **"Adeguamento funzionale dell'arginatura maestra di Po in comune di Boretto (RE) per il contrasto dei fenomeni di filtrazione - 1° lotto"**.
2. Sono compresi nell'appalto tutti i lavori, le prestazioni, le forniture e le provviste necessarie per dare il lavoro completamente compiuto e secondo le condizioni stabilite dal presente capitolato speciale d'appalto, con le caratteristiche tecniche, qualitative e quantitative previste dal progetto esecutivo con i relativi allegati, con riguardo anche ai particolari costruttivi nonché agli elaborati specialistici dei quali l'appaltatore dichiara di aver preso completa ed esatta conoscenza.
3. L'esecuzione dei lavori è sempre e comunque effettuata secondo le regole dell'arte e l'appaltatore deve conformarsi alla massima diligenza nell'adempimento dei propri obblighi.

Art. 2 - Ammontare dell'appalto

1. L'importo dei lavori posti a base di gara è definito come segue:

Importi in Euro		Colonna a)	Colonna b)	Colonna a) + b)
		Importo lavori soggetti a ribasso	Oneri di sicurezza	TOTALE
1	A corpo	891'268.88 €	35'031.29 €	926'300.17 €

2. L'importo contrattuale corrisponde all'importo dei lavori come risultante dall'offerta a prezzi unitari offerto in sede di gara, aumentato dell'importo degli oneri per la sicurezza e la salute nel cantiere definito al comma 1, e non soggetto a ribasso d'asta ai sensi del D.Lgs 81/2008 e s.m.i., Allegato XV, paragrafo 4.1.4.

Art. 3 – Criterio di aggiudicazione e modalità di stipulazione del contratto

1. L'appalto sarà aggiudicato mediante procedura negoziata ai sensi dell'art. 36 del D.Lgs. n. 50/16 così come modificato dal D.Lgs n. 76 del 16/07/2020 con il criterio del prezzo più basso. Il prezzo più basso sarà determinato mediante ribasso percentuale sull'importo dei lavori posto a base di gara soggetto a sconto.
2. Il contratto è stipulato **"a corpo"** ai sensi dell'articolo 3, comma 1, lettera dddd) del D.Lgs 50/2016.

3. L'importo contrattuale del lavoro a corpo, come determinato in seguito all'offerta presentata dall'aggiudicatario, resta fisso e invariabile, senza che possa essere invocata da alcuna delle parti contraenti, per tale parte di lavoro, alcuna successiva verifica sulla misura o sul valore attribuito alla quantità.

Art. 4 - Categoria prevalente, categorie scorparabili e subappaltabili

1. Ai sensi degli articoli 61 e 357 del D.P.R. 5 ottobre 2010 n. 207, come modificato dalla legge 12 luglio 2011, n. 106 (regolamento di esecuzione ed attuazione del D.Lgs 163/2006), ed in conformità all'allegato «A» dello stesso D.P.R., i lavori sono classificati nella **categoria prevalente di "Opere strutturali speciali" «OS21»**. A tale categoria appartiene il 100% delle lavorazioni come risulta dalla tabella «A» del presente capitolato speciale di appalto.
2. Ai sensi degli articoli 61 e 357 del D.P.R. 5 ottobre 2010 n°207, come modificato dalla L. 12 luglio 2011, n°106, ed in conformità all'allegato «A» dello stesso D.P.R., la sopraddezza categoria è considerata a qualificazione obbligatoria. **La classifica necessaria concorrere al presente appalto è la classifica III (fino a € 1'033'000,00).**

Art. 5 - Gruppi di lavorazioni omogenee, categorie contabili

1. I gruppi di lavorazioni omogenee di cui all'articolo 43, commi 6, 7 e 8, e all'articolo 184 del D.P.R. 207/2010, ed all'articolo 35 del presente capitolato speciale, sono indicati nella tabella «B», allegata allo stesso capitolato speciale quale parte integrante e sostanziale.

2. DISCIPLINA CONTRATTUALE

Art. 6 - Interpretazione del contratto e del capitolato speciale di appalto

1. In caso di discordanza tra i vari elaborati di progetto vale la soluzione più aderente alle finalità per le quali il lavoro è stato progettato e comunque quella meglio rispondente ai criteri di ragionevolezza e di buona tecnica esecutiva.
2. In caso di norme del capitolato speciale tra loro non compatibili o apparentemente non compatibili, trovano applicazione in primo luogo le norme eccezionali o quelle che fanno eccezione a regole generali, in secondo luogo quelle maggiormente conformi alle disposizioni legislative o regolamentari ovvero all'ordinamento giuridico, in terzo luogo quelle di maggior dettaglio e infine quelle di carattere ordinario.
3. L'interpretazione delle clausole contrattuali, così come delle disposizioni del capitolato speciale di appalto, è fatta tenendo conto delle finalità del contratto e dei risultati ricercati con l'attuazione del progetto approvato; per ogni altra evenienza trovano applicazione gli articoli da 1362 a 1369 del codice civile.

Art. 7 - Documenti che fanno parte del contratto

1. Fanno parte integrante e sostanziale del contratto di appalto, ancorché non materialmente allegati:
 - a) il capitolato generale d'appalto approvato con decreto ministeriale 19 aprile 2000, n. 145, con le modificazioni introdotte dal D.P.R. 207/2010;
 - b) il presente capitolato speciale di appalto comprese le tabelle allegate allo stesso, con i limiti, per queste ultime, descritti nel seguito in relazione al loro valore indicativo;
 - c) tutti gli elaborati descrittivi ad eccezione di quelli esplicitamente esclusi ai sensi del successivo comma 3;
 - d) tutti gli elaborati grafici del progetto esecutivo, ivi compresi i particolari costruttivi, gli eventuali progetti delle strutture e degli impianti e relative relazioni di calcolo;
 - e) il piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'articolo 100 del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i., i cui contenuti sono dettagliatamente specificati nell'allegato XV del medesimo decreto;
 - f) il piano operativo di sicurezza di cui all'articolo 89, comma 1 lettera h) del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i. con i contenuti minimi di cui all'allegato XV dello stesso decreto;
 - g) il cronoprogramma di cui all'art. 17;
2. Sono contrattualmente vincolanti tutte le leggi e le norme vigenti in materia di lavori pubblici e in particolare:

- la legge 20 marzo 1865, n. 2248, allegato F, per quanto applicabile;
- **il regolamento di esecuzione ed attuazione del D.Lgs 163/2006 e s.m.i., approvato con D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207, per quanto applicabile;**
- il D.M. 145/2000, capitolato generale di appalto dei Lavori Pubblici, per quanto applicabile;
- il D.Lgs 50/2016 e s.m.i., attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture, compresi i relativi decreti attuativi e le linee guida attuative di ANAC, tra le quali il Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 7 marzo 2018, n. 49, "Regolamento recante: «Approvazione delle linee guida sulle modalità di svolgimento delle funzioni del direttore dei lavori e del direttore dell'esecuzione»" e le Linee Guida n. 3 - «Nomina, ruolo e compiti del responsabile unico del procedimento per l'affidamento di appalti e concessioni» di cui alla Delibera del Consiglio di ANAC n. 1007 del 11/10/2017.
- il D.Lgs. 56/2017 "Disposizioni integrative e correttive al decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50" e s.m.i..

3. Non fanno invece parte del contratto e sono estranei ai rapporti negoziali:

- le tabelle di riepilogo dei lavori e la loro suddivisione per categorie omogenee, ancorché inserite e integranti il presente capitolato speciale; esse hanno efficacia limitatamente ai fini dell'aggiudicazione per la determinazione dei requisiti soggettivi degli esecutori, ai fini della definizione dei requisiti oggettivi e del subappalto, e, sempre che non riguardino il compenso a corpo dei lavori contrattuali, ai fini della valutazione delle addizioni o diminuzioni dei lavori di cui all'articolo 106 del D.Lgs 50/2016 e s.m.i.;
- le quantità delle singole voci elementari rilevabili dagli atti progettuali, comprese le analisi prezzi, e da qualsiasi altro allegato agli atti progettuali.

Art. 8 - Disposizioni particolari riguardanti l'appalto

1. La partecipazione alle procedure di gara e la sottoscrizione del contratto e dei suoi allegati da parte dell'appaltatore equivale a dichiarazione di perfetta conoscenza e incondizionata accettazione della legge, dei regolamenti e di tutte le norme vigenti in materia di lavori pubblici, nonché alla completa accettazione di tutte le norme che regolano il presente appalto, e del progetto per quanto attiene alla sua perfetta esecuzione.

2. Per procedere alla stipulazione del contratto o alla consegna dei lavori l'appaltatore dà atto, senza riserva alcuna, della piena conoscenza e disponibilità degli atti progettuali e della documentazione, della disponibilità dei siti, dello stato dei luoghi, delle condizioni pattuite in sede di offerta e di ogni altra circostanza che interessi i lavori, che, come da apposito verbale sottoscritto col responsabile del procedimento, consentono l'immediata esecuzione dei lavori.

Art. 9 - Fallimento dell'appaltatore

1. In caso di fallimento dell'appaltatore si richiama l'articolo 110 del D.Lgs 50/2016 e s.m.i..

Art. 10 - Rappresentante dell'appaltatore e domicilio; direttore di cantiere

1. L'appaltatore deve eleggere domicilio ai sensi e nei modi di cui all'articolo 2 del capitolato generale d'appalto; a tale domicilio si intendono ritualmente effettuate tutte le intimazioni, le assegnazioni di termini e ogni altra notificazione o comunicazione dipendente dal contratto.
2. L'appaltatore deve altresì comunicare, ai sensi e nei modi di cui all'articolo 3 del capitolato generale d'appalto, le generalità delle persone autorizzate a riscuotere.
3. Qualora l'appaltatore non conduca direttamente i lavori, deve depositare presso la stazione appaltante, ai sensi e nei modi di cui all'articolo 4 del capitolato generale d'appalto, il mandato conferito con atto pubblico a persona idonea, sostituibile su richiesta motivata della stazione appaltante. La direzione del cantiere è assunta dal direttore tecnico dell'impresa o da altro tecnico, abilitato secondo le previsioni del capitolato speciale in rapporto alle caratteristiche delle opere da eseguire. L'assunzione della direzione di cantiere da parte del direttore tecnico avviene mediante delega conferita da tutte le imprese operanti nel cantiere, con l'indicazione specifica delle attribuzioni da esercitare dal delegato anche in rapporto a quelle degli altri soggetti operanti nel cantiere.
4. L'appaltatore, tramite il direttore di cantiere assicura l'organizzazione, la gestione tecnica e la conduzione del cantiere. Il direttore dei lavori ha il diritto di esigere il cambiamento del direttore di cantiere e del personale dell'appaltatore per disciplina, incapacità o grave negligenza. L'appaltatore è in tutti i casi responsabile dei danni causati dall'imperizia o dalla negligenza di detti soggetti, nonché della malafede o della frode nella somministrazione o nell'impiego dei materiali.
5. Ogni variazione del domicilio di cui al comma 1, o delle persona di cui ai commi 2, 3 o 4, deve essere tempestivamente notificata alla stazione appaltante; ogni variazione della persona di cui al comma 3 deve essere accompagnata dal deposito presso la stazione appaltante del nuovo atto di mandato.

Art. 11 - Norme generali sui materiali, i componenti, i sistemi e l'esecuzione

1. Nell'esecuzione di tutte le lavorazioni, le opere, le forniture, i componenti, anche relativamente a sistemi e sub-sistemi di impianti tecnologici oggetto dell'appalto, devono essere rispettate tutte le prescrizioni di legge e di regolamento in materia di qualità, provenienza e accettazione dei materiali e componenti nonché, per quanto concerne la descrizione, i requisiti di prestazione e le modalità di esecuzione di ogni categoria di lavoro, tutte le indicazioni contenute o richiamate contrattualmente nel capitolato speciale di appalto, negli elaborati grafici del progetto esecutivo e nella descrizione delle singole voci allegata allo stesso capitolato.
2. Per quanto riguarda l'accettazione, la qualità e l'impiego dei materiali, si applica l'art. 6 del D.M. 7 marzo 2018, n. 49.
3. Per quanto riguarda la provvista, il luogo della provenienza e l'eventuale sostituzione dei materiali, si applicano rispettivamente gli articoli 16 e 17 del capitolato generale d'appalto.

Art. 12 - Denominazione in valuta

1. La valuta del presente appalto è l'Euro.

3. TERMINI PER L'ESECUZIONE

Art. 13 - Consegna e inizio dei lavori

1. L'esecuzione dei lavori ha inizio dopo la stipula del formale contratto, in seguito a consegna, risultante da apposito verbale, da effettuarsi non oltre 45 giorni dalla predetta stipula, previa convocazione dell'esecutore.
2. È facoltà della stazione appaltante procedere in via d'urgenza, alla consegna dei lavori, anche nelle more della stipulazione formale del contratto, ai sensi della delibera ANAC n. 1007 dell'11 ottobre 2017 e art. 5 del DM 49/2018; in tal caso il direttore dei lavori indica espressamente sul verbale le lavorazioni da iniziare immediatamente.
3. Se nel giorno fissato e comunicato l'appaltatore non si presenta a ricevere la consegna dei lavori, il direttore dei lavori fissa un nuovo termine perentorio, non inferiore a 5 giorni e non superiore a 15; i termini per l'esecuzione decorrono comunque dalla data della prima convocazione. Decorso inutilmente il termine di anzidetto è facoltà della stazione appaltante di risolvere il contratto e incamerare la cauzione, ferma restando la possibilità di avvalersi della garanzia fideiussoria al fine del risarcimento del danno, senza che ciò possa costituire motivo di pretese o eccezioni di sorta. Qualora sia indetta una nuova procedura per l'affidamento del completamento dei lavori, l'aggiudicatario è escluso dalla partecipazione in quanto l'inadempimento è considerato grave negligenza accertata.
4. L'appaltatore deve trasmettere alla stazione appaltante, prima dell'inizio dei lavori, la documentazione di avvenuta denuncia di inizio lavori effettuata agli enti previdenziali, assicurativi ed antinfortunistici, inclusa la Cassa edile ove dovuta; egli trasmette altresì, a scadenza quadrimestrale, copia dei versamenti contributivi, previdenziali, assicurativi nonché di quelli dovuti agli organismi paritetici previsti dalla contrattazione collettiva, sia relativi al proprio personale che a quello delle imprese subappaltatrici.
5. Le disposizioni sulla consegna si applicano anche in presenza di temporanea indisponibilità di aree ed immobili; in tal caso si provvede ogni volta alla compilazione di un verbale di consegna provvisorio e l'ultimo di questi costituisce verbale di consegna definitivo anche ai fini del computo dei termini per l'esecuzione, se non diversamente determinati. Il comma 2 del presente articolo si applica anche alle singole parti consegnate, qualora l'urgenza sia limitata all'esecuzione di alcune di esse.

Art. 14 - Termini per l'ultimazione dei lavori

1. Il tempo utile per ultimare tutti i lavori compresi nell'appalto è fissato in giorni **152 (centocinquantadue)** decorrenti dalla data del verbale di consegna dei lavori, a meno delle riduzioni offerte in sede di gara che risultano vincolo contrattuale.
2. Nel calcolo del tempo contrattuale si è tenuto conto delle ferie contrattuali e del maltempo medio della provincia in cui si opera, nonché di eventuali vincoli di carattere ambientale.

Art. 15 - Sospensioni e proroghe

1. Qualora cause di forza maggiore, condizioni climatologiche particolarmente intense od altre circostanze speciali che impediscano in via temporanea che i lavori procedano utilmente a regola d'arte, la direzione dei lavori d'ufficio o su segnalazione dell'appaltatore può ordinare la sospensione dei lavori redigendo apposito verbale. Sono circostanze speciali le situazioni che determinano la necessità di procedere alla redazione di una variante in corso d'opera nei casi previsti dall'articolo 106 del D.Lgs 50/2016.
2. Si applica l'articolo 107 del D.Lgs. 50/2016 e s.m.i..
3. L'appaltatore, qualora per causa a esso non imputabile, non sia in grado di ultimare i lavori nei termini fissati, può chiedere con domanda motivata proroghe che, se riconosciute giustificate, sono concesse purché le domande pervengano prima della scadenza del termine anzidetto.
4. A giustificazione del ritardo nell'ultimazione dei lavori o nel rispetto delle scadenze fissate dal programma temporale l'appaltatore non può mai attribuirne la causa, in tutto o in parte, ad altre ditte o imprese o forniture, se esso appaltatore non abbia tempestivamente per iscritto denunciato alla stazione appaltante il ritardo imputabile a dette ditte, imprese o fornitori.
5. I verbali per la concessione di sospensioni o proroghe, redatti con adeguata motivazione a cura della direzione dei lavori, controfirmati dall'appaltatore e recanti l'indicazione dello stato di avanzamento dei lavori, devono pervenire al responsabile del procedimento entro il quinto giorno naturale successivo alla loro redazione e devono essere restituiti controfirmati dallo stesso o dal suo delegato; qualora il responsabile del procedimento non si pronunci entro trenta giorni dal ricevimento, i verbali si danno per riconosciuti e accettati dalla stazione appaltante.
6. La sospensione opera dalla data di redazione del relativo verbale, accettato dal responsabile del procedimento o sul quale si sia formata l'accettazione tacita. Non possono essere riconosciute sospensioni, e i relativi verbali non hanno alcuna efficacia, in assenza di adeguate motivazioni o le cui motivazioni non siano riconosciute adeguate da parte del responsabile del procedimento con annotazione sul verbale.

Art. 16 - Penali in caso di ritardo

1. Nel caso di mancato rispetto del termine indicato per l'esecuzione delle opere, per ogni giorno naturale consecutivo di ritardo nell'ultimazione dei lavori viene applicata una penale pari **all'uno per mille** dell'importo contrattuale.
2. La penale, nella stessa misura percentuale di cui al comma 1, trova applicazione anche in caso di ritardo:
 - a) nell'inizio dei lavori rispetto alla data fissata dal direttore dei lavori per la consegna degli stessi, qualora la stazione appaltante non si avvalga della facoltà di cui all'articolo 13, comma 3;
 - b) nella ripresa dei lavori seguente un verbale di sospensione, rispetto alla data fissata dal direttore dei lavori;
 - c) nel rispetto dei termini imposti dalla direzione dei lavori per il ripristino di lavori non accettabili o danneggiati nel rispetto delle soglie temporali fissate a tale scopo nel cronoprogramma dei lavori;
3. La penale irrogata ai sensi del comma 2, lettera a), è disapplicata e, se, già addebitata, è restituita, qualora l'appaltatore, in seguito all'andamento imposto ai lavori, rispetti la prima soglia temporale successiva fissata nel programma dei lavori di cui all'articolo 17.
4. La penale di cui al comma 2, lettera b) e lettera d), è applicata all'importo dei lavori ancora da eseguire; la penale di cui al comma 2, lettera c) è applicata all'importo dei lavori di ripristino o di nuova esecuzione ordinati per rimediare a quelli non accettabili o danneggiati.
5. Tutte le penali di cui al presente articolo sono contabilizzate in detrazione in occasione del pagamento immediatamente successivo al verificarsi della relativa condizione di ritardo.
6. L'importo complessivo delle penali irrogate ai sensi dei commi precedenti non può superare il 10 per cento dell'importo contrattuale; qualora i ritardi siano tali da comportare una penale di importo superiore alla predetta percentuale trova applicazione l'articolo 19, in materia di risoluzione del contratto.
7. L'applicazione delle penali di cui al presente articolo non pregiudica il risarcimento di eventuali danni o ulteriori oneri sostenuti dalla stazione appaltante a causa dei ritardi.

Art. 17 - Programma esecutivo dei lavori dell'appaltatore e cronoprogramma

1. Entro 15 giorni dalla data del verbale di consegna, e comunque prima dell'inizio dei lavori, l'appaltatore predispone e consegna alla direzione lavori un proprio programma esecutivo dei lavori, elaborato in relazione alle proprie tecnologie, alle proprie scelte imprenditoriali e alla propria organizzazione lavorativa; tale programma deve riportare per ogni lavorazione, le pre-

visioni circa il periodo di esecuzione nonché l'ammontare presunto, parziale e progressivo, dell'avanzamento dei lavori alle date contrattualmente stabilite per la liquidazione dei certificati di pagamento, deve essere coerente con i tempi contrattuali di ultimazione e deve essere approvato dalla direzione lavori, mediante apposizione di un visto, entro cinque giorni dal ricevimento. Trascorso il predetto termine senza che la direzione lavori si sia pronunciata il programma esecutivo dei lavori si intende accettato, fatte salve palesi illogicità o indicazioni erronee palesemente incompatibili con il rispetto dei termini di ultimazione.

2. Il programma esecutivo dei lavori dell'appaltatore può essere modificato o integrato dalla Stazione appaltante, mediante ordine di servizio, ogni volta che sia necessario alla miglior esecuzione dei lavori e in particolare:
 - a) per il coordinamento con le prestazioni o le forniture di imprese o altre ditte estranee al contratto;
 - b) per l'intervento o il mancato intervento di società concessionarie di pubblici servizi le cui reti siano coinvolte in qualunque modo con l'andamento dei lavori, purché non imputabile ad inadempimenti o ritardi della Stazione committente;
 - c) per l'intervento o il coordinamento con autorità, enti o altri soggetti diversi dalla Stazione appaltante, che abbiano giurisdizione, competenze o responsabilità di tutela sugli immobili, i siti e le aree comunque interessate dal cantiere; a tal fine non sono considerati soggetti diversi le società o aziende controllate o partecipate dalla stazione appaltante o soggetti titolari di diritti reali sui beni in qualunque modo interessati dai lavori intendendosi, in questi casi, ricondotta la fattispecie alla responsabilità gestionale della stazione appaltante;
 - d) per la necessità o l'opportunità di eseguire prove sui campioni, prove di carico e di tenuta e funzionamento degli impianti, nonché collaudi parziali o specifici;
 - e) qualora sia richiesto dal coordinatore per la sicurezza e la salute nel cantiere, in ottemperanza all'articolo 92 del D.Lgs 81/2008 e s.m.i.. In ogni caso il programma esecutivo dei lavori deve essere coerente con il piano di sicurezza e di coordinamento del cantiere, eventualmente integrato ed aggiornato;
 - f) resta sempre salvo il diritto del Direttore dei Lavori di ordinare l'esecuzione di un determinato lavoro entro un prestabilito termine di tempo o di disporre l'ordine di esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più conveniente, specialmente in relazione alle esigenze dipendenti dall'esecuzione di opere, senza che l'Impresa possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.

3. I lavori sono comunque eseguiti nel rispetto del cronoprogramma predisposto dalla stazione appaltante e integrante il progetto esecutivo; tale cronoprogramma può essere modificato dalla stazione appaltante al verificarsi delle condizioni di cui al comma 2.

Art. 18 - Inderogabilità dei termini di esecuzione

1. Non costituiscono motivo di proroga dell'inizio dei lavori, della loro mancata regolare o continuativa conduzione secondo il relativo programma o della loro ritardata ultimazione:
- a) il ritardo nell'installazione del cantiere e nell'allacciamento alle reti tecnologiche necessarie al suo funzionamento, per l'approvvigionamento dell'energia elettrica e dell'acqua;
 - b) l'adempimento di prescrizioni, o il rimedio a inconvenienti o infrazioni riscontrate dal direttore dei lavori o dagli organi di vigilanza in materia sanitaria e di sicurezza, ivi compreso il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione, se nominato;
 - c) l'esecuzione di accertamenti integrativi che l'appaltatore ritenesse di dover effettuare per la esecuzione delle opere di fondazione, delle strutture e degli impianti, salvo che siano ordinati dalla direzione dei lavori o espressamente approvati da questa;
 - d) il tempo necessario per l'esecuzione di prove sui campioni, di sondaggi, analisi e altre prove assimilabili;
 - e) il tempo necessario per l'espletamento degli adempimenti a carico dell'appaltatore comunque previsti dal capitolato speciale di appalto o dal capitolato generale d'appalto;
 - f) il tempo necessario per il ripristino delle aree di cantiere a seguito di eventi di piena;
 - g) le eventuali controversie tra l'appaltatore e i fornitori, subappaltatori, affidatari, altri incaricati;
 - h) le eventuali vertenze a carattere aziendale tra l'appaltatore e il proprio personale dipendente.

Art. 19 - Risoluzione del contratto per mancato rispetto dei termini

1. La risoluzione del contratto trova applicazione dopo la formale messa in mora dell'appaltatore con assegnazione di un termine per compiere i lavori e in contraddittorio con il medesimo appaltatore così come previsto dall'articolo 108, comma 4, del D.Lgs 50/2016.
2. Nel caso di risoluzione del contratto la penale di cui all'articolo 16, comma 1, è computata sul periodo determinato sommando il ritardo accumulato dall'appaltatore rispetto al programma esecutivo dei lavori e il termine assegnato dal direttore dei lavori per compiere i lavori con la messa in mora di cui al comma 1.

3. Sono dovuti dall'appaltatore i danni subiti dalla stazione appaltante in seguito alla risoluzione del contratto.
4. Sono altresì casi di risoluzione contrattuale quelli normati dall'articolo 108 del D.Lgs 50/2016.

4. DISCIPLINA ECONOMICA

Art. 20 - Anticipazione

1. All'appaltatore è prevista la corresponsione di un'anticipazione del 20% dell'importo contrattuale complessivo ai sensi dell'art. 35 comma 18 del D.Lgs 50/2016. Ai sensi dell'art. 207 del DL 19 maggio 2020 l'importo dell'anticipazione prevista dall'articolo 35, comma 18, del decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50, può essere incrementato fino al 30%, nei limiti e compatibilmente con le risorse annuali stanziare per ogni singolo intervento a disposizione della stazione appaltante.
2. L'erogazione dell'anticipazione è subordinata alla costituzione di garanzia fideiussoria bancaria o assicurativa di importo pari all'anticipazione maggiorato del tasso di interesse legale applicato al periodo necessario al recupero dell'anticipazione stessa secondo il cronoprogramma dei lavori, rilasciata dai soggetti previsti dal D. Lgs 01.09.1993, n°385.
3. L'importo della garanzia viene gradualmente ed automaticamente ridotto nel corso dei lavori, in rapporto al progressivo recupero dell'anticipazione da parte delle stazioni appaltanti. Il beneficiario decade dall'anticipazione, con obbligo di restituzione, se l'esecuzione dei lavori non procede, per ritardi a lui imputabili, secondo i tempi contrattuali. Sulle somme restituite sono dovuti gli interessi legali con decorrenza dalla data di erogazione della anticipazione.

Art. 21 - Pagamenti in acconto

1. I pagamenti avvengono per stati di avanzamento, mediante emissione di certificato di pagamento ogni volta che i lavori eseguiti, contabilizzati **ai sensi dell'articolo 180 del D.P.R. 207/2010 e s.m.i.**, al netto del ribasso d'asta, comprensivi della relativa quota degli oneri per la sicurezza, raggiungano, al netto della ritenuta di cui al comma 2, **un importo non inferiore a 300'000.00 € (diconsi Euro trecentomila/00).**
2. A garanzia dell'osservanza delle norme e delle prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, protezione, assicurazione, assistenza e sicurezza fisica dei lavoratori, sull'importo netto progressivo dei lavori è operata una ritenuta dello 0,50 per cento da liquidarsi, nulla ostando, in sede di conto finale.
3. Entro i 45 giorni successivi all'avvenuto raggiungimento dell'importo dei lavori eseguiti di cui al comma 1, il direttore dei lavori redige la relativa contabilità e il responsabile del procedimento emette, entro lo stesso termine, il conseguente certificato di pagamento il quale deve recare la dicitura: «lavori a tutto il» con l'indicazione della data.

4. La stazione appaltante provvede, per ogni **stato di avanzamento**, alla redazione degli atti contabili e alla richiesta di emissione fattura che dovrà essere intestata al **Commissario Straordinario ex O.P.C.M.3925-11 e DL n. 91/14**, riportare il **Codice Fiscale 91336280374**, il Codice UFE n. **OGT1XE** e la specifica dicitura **"scissione dei pagamenti"** in base all'art. 17-ter, DPR 633 del 1972 e al D.M. 23 gennaio 2015; la stessa procedura vale anche per la rata di saldo, a seguito dell'emissione del collaudo/certificato di regolare esecuzione (vedi art. 22). La stazione appaltante, ai fini del pagamento degli stati di avanzamento successivamente provvede a trasmettere tutta la documentazione contabile, così come riportato al **punto 5), lett. B) del DCS/2019/4 del 16/07/2019**, al Servizio Difesa del Suolo, della Costa e Bonifica della Regione Emilia Romagna, che si occuperà dell'atto di liquidazione a valere sulla **contabilità speciale n. 5578** intestata al Presidente della Regione Emilia-Romagna in qualità di Commissario Straordinario per il rischio idrogeologico presso la Banca d'Italia - Tesoreria Provinciale dello Stato – Sezione di Bologna.
5. Qualora i lavori rimangano sospesi per un periodo superiore a 90 giorni, per cause non dipendenti dall'appaltatore, si provvede alla redazione dello stato di avanzamento e all'emissione del certificato di pagamento, prescindendo dall'importo minimo di cui al comma 1.

Art. 22 - Pagamenti a saldo

1. Il conto finale dei lavori è redatto entro **45 (quarantacinque)** giorni dalla data della loro ultimazione, accertata con apposito verbale; è sottoscritto dalla DL e trasmesso al RUP; col conto finale è accertato e proposto l'importo della rata di saldo, qualunque sia il suo ammontare, la cui liquidazione definitiva ed erogazione è subordinata all'emissione del certificato di cui al comma 3 e alle condizioni di cui al comma 4.
2. Il conto finale dei lavori deve essere sottoscritto dall'appaltatore, su richiesta del RUP, entro il termine perentorio di **15 (quindici)** giorni; se l'appaltatore non firma il conto finale nel termine indicato, o se lo firma senza confermare le domande già formulate nel registro di contabilità, il conto finale si ha come da lui definitivamente accettato. Il RUP formula in ogni caso una sua relazione al conto finale.
3. la rata di saldo, comprensiva delle ritenute di cui all'articolo 27, comma 2, al netto dei pagamenti già effettuati e delle eventuali penali, nulla ostando, è pagata entro **60 (sessanta)** giorni dopo l'avvenuta emissione del certificato di regolare esecuzione previa presentazione di regolare fattura fiscale, che, come per i SAL, dovrà essere intestata al **Commissario Straordinario ex O.P.C.M.3925-11 e DL n. 91/14**, riportare il **Codice Fiscale 91336280374**, il Codice

UFE n. **OGT1XE** e la specifica dicitura “**scissione dei pagamenti**” in base all’art. 17-ter, DPR 633 del 1972 e al D.M. 23 gennaio 2015.

4. Il pagamento della rata di saldo non costituisce presunzione di accettazione dell’opera, ai sensi dell’articolo 1666, secondo comma, del codice civile.
5. Fermo restando quanto previsto all’articolo 29, il pagamento della rata di saldo è disposto solo a condizione che l’appaltatore presenti apposita garanzia fideiussoria ai sensi dell’articolo 103, comma 6, del Codice dei contratti emessa nei termini e alle condizioni che seguono:
 - a) un importo garantito almeno pari all’importo della rata di saldo, maggiorato dell’I.V.A. all’aliquota di legge, maggiorato altresì del tasso legale di interesse applicato per il periodo intercorrente tra la data di emissione del certificato di collaudo e l’assunzione del carattere di definitività dei medesimi;
 - b) prestata con atto di fideiussione rilasciato da una banca o da un intermediario finanziario autorizzato o con polizza fideiussoria rilasciata da impresa di assicurazione, conforme alla scheda tecnica 1.4, allegata al decreto ministeriale 12 marzo 2004, n. 123, in osservanza delle clausole di cui allo schema tipo 1.4 allegato al predetto decreto.
6. Salvo quanto disposto dall’articolo 1669 del codice civile, l’appaltatore risponde per la difformità ed i vizi dell’opera, ancorché riconoscibili, purché denunciati dalla Stazione appaltante entro 24 (ventiquattro) mesi dall’ultimazione dei lavori riconosciuta e accettata.
7. L’appaltatore e la DL devono utilizzare la massima diligenza e professionalità, nonché improntare il proprio comportamento a buona fede, al fine di evidenziare tempestivamente i vizi e i difetti riscontrabili nonché le misure da adottare per il loro rimedio.

Art. 23 - Ritardi nel pagamento delle rate di acconto

1. Non sono dovuti interessi per i primi 45 (quarantacinque) giorni intercorrenti tra il verificarsi delle condizioni e delle circostanze per l’emissione del certificato di pagamento ai sensi dell’articolo 27 e la sua effettiva emissione e messa a disposizione della Stazione appaltante per la liquidazione; trascorso tale termine senza che sia emesso il certificato di pagamento, sono dovuti all’appaltatore gli interessi legali per i primi 60 (sessanta) giorni di ritardo; trascorso infruttuosamente anche questo termine spettano

all'appaltatore gli interessi di mora nella misura stabilita con apposito decreto ministeriale.

2. In caso di ritardo nel pagamento della rata di acconto rispetto al termine stabilito all'articolo 27, comma 4, per causa imputabile alla Stazione appaltante, sulle somme dovute decorrono gli interessi moratori, nella misura pari al Tasso B.C.E. di riferimento di cui all'articolo 5, comma 2, del decreto legislativo n. 231 del 2002, maggiorato come ivi previsto.
3. Il pagamento degli interessi avviene d'ufficio in occasione del pagamento, in acconto o a saldo, immediatamente successivo, senza necessità di domande o riserve; il pagamento dei predetti interessi prevale sul pagamento delle somme a titolo di esecuzione dei lavori.
4. E' facoltà dell'appaltatore, trascorsi i termini di cui ai commi precedenti, oppure nel caso in cui l'ammontare delle rate di acconto, per le quali non sia stato tempestivamente emesso il certificato o il titolo di spesa, raggiunga 1/4 (un/quarto) dell'importo netto contrattuale, di agire ai sensi dell'articolo 1460 del codice civile, rifiutando di adempiere alle proprie obbligazioni se la Stazione appaltante non provveda contemporaneamente al pagamento integrale di quanto maturato; in alternativa, è facoltà dell'appaltatore, previa costituzione in mora della Stazione appaltante, promuovere il giudizio per la dichiarazione di risoluzione del contratto, trascorsi 60 (sessanta) giorni dalla data della predetta costituzione in mora.

Art. 24 - Ritardi nel pagamento della rata di saldo

1. Per il pagamento della rata di saldo in ritardo rispetto al termine stabilito all'articolo 22, comma 3, per causa imputabile all'Amministrazione, sulle somme dovute decorrono gli interessi legali.
2. Qualora il ritardo nelle emissioni dei certificati o nel pagamento delle somme dovute a saldo si protragga per ulteriori 60 giorni, oltre al termine stabilito al comma 1, sulle stesse somme sono dovuti gli interessi di mora.

Art. 25 - Revisione prezzi

1. Non si procede alla revisione dei prezzi e non trova applicazione l'articolo 1664, primo comma, del codice civile.

Art. 26 - Cessione del contratto e cessione dei crediti

1. È vietata la cessione del contratto sotto qualsiasi forma; ogni atto contrario è nullo di diritto.
2. È ammessa la cessione dei crediti, ai sensi dell'articolo 106 comma 13 del D.Lgs 50/2016 e s.m.i. e della legge 21 febbraio 1991, n. 52, a condizione che il cessionario sia un istituto bancario o un intermediario finanziario iscritto nell'apposito Albo presso la Banca d'Italia e che il contratto di cessione, in originale o in copia autenticata, sia trasmesso alla stazione appaltante prima o contestualmente al certificato di pagamento sottoscritto dal responsabile del procedimento.

5. CONTABILIZZAZIONE E LIQUIDAZIONE DEI LAVORI

Art. 27 - Lavori a misura

1. La misurazione e la valutazione dei lavori a misura sono effettuate secondo le specificazioni date nelle norme del capitolato speciale e nell'enunciazione delle singole voci in elenco; in caso diverso sono utilizzate per la valutazione dei lavori le dimensioni nette delle opere eseguite rilevate in loco, senza che l'appaltatore possa far valere criteri di misurazione o coefficienti moltiplicatori che modifichino le quantità realmente poste in opera.
2. Non sono comunque riconosciuti nella valutazione delle opere ingrossamenti o aumenti dimensionali di alcun genere non rispondenti ai disegni di progetto se non saranno stati preventivamente autorizzati dal direttore dei lavori.
3. Nel corrispettivo per l'esecuzione dei lavori a misura s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta sotto le condizioni stabilite dal capitolato speciale di appalto e secondo i tipi indicati e previsti negli atti progettuali.
4. La contabilizzazione delle opere e delle forniture verrà effettuata applicando alle quantità eseguite i prezzi unitari dell'elenco dei prezzi unitari contrattuali.

Art. 28 - Lavori a corpo

1. La valutazione del lavoro a corpo è effettuata secondo le specificazioni date nell'enunciazione e nella descrizione del lavoro a corpo, nonché secondo le risultanze degli elaborati grafici e di ogni altro allegato progettuale; il corrispettivo per il lavoro a corpo resta fisso e invariabile senza che possa essere invocata dalle parti contraenti alcuna verifica sulla misura o sul valore attribuito alla quantità di detti lavori.
2. Nel corrispettivo per l'esecuzione dei lavori a corpo s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta sotto le condizioni stabilite dal capitolato speciale di appalto e secondo i tipi indicati e previsti negli atti progettuali. Pertanto nessun compenso può essere richiesto per lavori, forniture e prestazioni che, ancorché non esplicitamente specificati nella descrizione dei lavori a corpo, siano rilevabili dagli elaborati grafici o viceversa. Lo stesso dicasi per lavori, forniture e prestazioni che siano tecnicamente e intrinsecamente indispensabili alla funzionalità, completezza e corretta realizzazione dell'opera appaltata secondo le regole dell'arte.
3. La contabilizzazione dei lavori a corpo è effettuata applicando all'importo netto di aggiudicazione le percentuali convenzionali relative alle singole categorie di lavoro indicate nella tabella

«B», allegata al presente capitolato speciale per farne parte integrante e sostanziale, di ciascuna delle quali va contabilizzata la quota parte in proporzione al lavoro eseguito.

4. La lista delle categorie relative ai lavori a corpo non ha validità ai fini del presente articolo, in quanto l'appaltatore è tenuto, in sede di partecipazione alla gara, a verificare le voci e le quantità richieste per l'esecuzione completa dei lavori progettati, ai fini della formulazione della propria offerta e del conseguente corrispettivo.
5. La stima degli oneri per la sicurezza, il cui importo totale è stato riportato nell'articolo 2, è stata valutata in base all'importo previsto negli atti progettuali e sul bando di gara, intendendosi come eseguita e liquidabile la quota parte proporzionale a quanto eseguito.

Art. 29 - Lavori in economia

1. La contabilizzazione dei lavori in economia è effettuata secondo i prezzi unitari contrattuali per l'importo delle prestazioni e delle somministrazioni fatte dall'impresa stessa, con le modalità previste dall'articolo 179 del D.P.R. 207/2010.

Art. 30 - Valutazione dei manufatti e dei materiali a piè d'opera

1. I materiali a piè d'opera se forniti in cantiere e accettati dalla direzione dei lavori, sono accreditati nella contabilità delle rate di acconto di cui all'articolo 21 anche prima della loro messa in opera, per la metà del prezzo a piè d'opera, come stabilito nell'offerta a prezzi unitari.
2. In sede di contabilizzazione delle rate di acconto di cui all'articolo 21, all'importo dei lavori eseguiti è aggiunta la metà di quello dei materiali provvisti a piè d'opera, destinati ad essere impiegati in opere definitive facenti parte dell'appalto ed accettati dal direttore dei lavori, da valutarsi a prezzo di contratto o, in difetto, ai prezzi di stima.
3. I materiali e i manufatti portati in contabilità rimangono a rischio e pericolo dell'appaltatore, e possono sempre essere rifiutati dal direttore dei lavori.

6. CAUZIONI E GARANZIE

Art. 31 - Cauzione provvisoria

1. Ai sensi dell'articolo 93, comma 1, del D.Lgs 50/2016 e s.m.i., è richiesta una cauzione provvisoria o fideiussione pari al 2 per cento (un cinquantesimo) dell'importo preventivato dei lavori da appaltare, da prestare al momento della partecipazione alla gara.

Art. 32 - Garanzia fideiussoria o cauzione definitiva

1. È richiesta una garanzia fideiussoria, a norma dell'articolo 103, comma 1, del D.Lgs 50/2016 e s.m.i. pari al del 10 per cento dell'importo contrattuale. In caso di aggiudicazione con ribasso d'asta superiore al 10 per cento, la garanzia fideiussoria è aumentata di tanti punti percentuali quanti sono quelli eccedenti il 10 per cento; ove il ribasso sia superiore al 20 per cento, l'aumento è di due punti percentuali per ogni punto di ribasso superiore al 20 per cento.
2. La garanzia fideiussoria è prestata mediante polizza bancaria o assicurativa, emessa da istituto autorizzato, e cesserà di avere efficacia solo alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o certificato di regolare esecuzione. Essa è presentata in originale alla stazione appaltante prima della formale sottoscrizione del contratto.
3. Approvato il certificato di collaudo provvisorio, la garanzia fideiussoria si intende svincolata ed estinta di diritto, automaticamente, senza necessità di ulteriori atti formali, richieste, autorizzazioni, dichiarazioni liberatorie o restituzioni.
4. L'Amministrazione può avvalersi della garanzia fideiussoria, parzialmente o totalmente, per le spese dei lavori da eseguirsi d'ufficio nonché per il rimborso delle maggiori somme pagate durante l'appalto in confronto ai risultati della liquidazione finale; l'incameramento della garanzia avviene con atto unilaterale dell'Amministrazione senza necessità di dichiarazione giudiziale, fermo restando il diritto dell'appaltatore di proporre azione innanzi l'autorità giudiziaria ordinaria.
5. La garanzia fideiussoria è tempestivamente reintegrata qualora, in corso d'opera, sia stata incamerata, parzialmente o totalmente, dall'Amministrazione; in caso di variazioni al contratto per effetto di successivi atti di sottomissione, la medesima garanzia può essere ridotta in caso di riduzione degli importi contrattuali, mentre non è integrata in caso di aumento degli stessi importi fino alla concorrenza di un quinto dell'importo originario.

Art. 33 - Riduzione delle garanzie

1. L'importo della cauzione provvisoria, ai sensi dell'articolo 93, comma 7 del D.Lgs 50/2016 e s.m.i., è ridotto al 50 per cento per i concorrenti in possesso della certificazione di qualità conforme alle norme europee della serie UNI EN ISO 9000, ovvero di dichiarazione della presenza di elementi significativi e tra loro correlati di tale sistema.
2. L'importo della garanzia fideiussoria di cui all'articolo 32, a norma dell'articolo 103, comma 1 del D.Lgs 50/2016 e s.m.i. è ridotto al 50 per cento per l'appaltatore in possesso delle medesime certificazioni o dichiarazioni di cui comma 1.
3. In caso di associazione temporanea di concorrenti le riduzioni di cui al presente articolo sono accordate qualora il possesso delle certificazioni o delle dichiarazioni di cui al comma 1 sia comprovato da tutte le imprese partecipanti al raggruppamento.

Art. 34 - Assicurazione a carico dell'impresa

1. Ai sensi dell'articolo 103, comma 8, del D.Lgs 50/2016 e s.m.i., l'appaltatore è obbligato, contestualmente alla sottoscrizione del contratto, a produrre una polizza assicurativa che tenga indenne la stazione appaltante da tutti i rischi di esecuzione e che preveda anche una garanzia della responsabilità civile per danni causati a terzi nell'esecuzione dei lavori. La polizza assicurativa è prestata da un'impresa di assicurazione autorizzata alla copertura dei rischi ai quali si riferisce l'obbligo di assicurazione.
2. La copertura delle predette garanzie assicurative decorre dalla data di consegna dei lavori e cessa alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o di regolare esecuzione e comunque decorsi dodici mesi dalla data di ultimazione dei lavori risultante dal relativo certificato; le stesse polizze devono inoltre recare espressamente il vincolo a favore della stazione appaltante e sono efficaci senza riserve anche in caso di omesso o ritardato pagamento delle somme dovute a titolo di premio da parte dell'esecutore.
3. La polizza assicurativa contro tutti i rischi di esecuzione da qualsiasi causa determinati deve coprire tutti i danni subiti dalla stazione appaltante a causa del danneggiamento o della distruzione totale o parziale di impianti e opere, anche preesistenti, salvo quelli derivanti da errori di progettazione, insufficiente progettazione, azioni di terzi o cause di forza maggiore, e che preveda anche una garanzia di responsabilità civile per danni causati a terzi nell'esecuzione dei lavori. Tale polizza deve essere stipulata nella forma «Contractors All Risks» (C.A.R.), deve:
 - a) Prevedere una somma assicurata non inferiore all'importo delle opere oggetto del contratto.
 - b) prevedere la copertura dei danni delle opere, temporanee e permanenti, eseguite o in corso di esecuzione per qualsiasi causa nel cantiere, compresi materiali e attrezzature di impiego

e di uso, ancorché in proprietà o in possesso dell'impresa, compresi i beni della stazione appaltante destinati alle opere, causati da furto e rapina, incendio, fulmini e scariche elettriche, tempesta e uragano, inondazioni e allagamenti, esplosione e scoppio, terremoto e movimento tellurico, frana, smottamento e crollo, acque anche luride e gas provenienti da rotture o perdite di condotte idriche, fognarie, gasdotti e simili, atti di vandalismo, altri comportamenti colposo o dolosi propri o di terzi;

c) prevedere la copertura dei danni causati da errori di realizzazione, omissioni di cautele o di regole dell'arte, difetti e vizi dell'opera, in relazione all'integra garanzia a cui l'impresa è tenuta, nei limiti della perizia e delle capacità tecniche da essa esigibili nel caso concreto, per l'obbligazione di risultato che essa assume con il contratto d'appalto anche ai sensi dell'articolo 1665 del codice civile;

4. Ai sensi dell'art. 103 del D.Lgs. 50/2016 la polizza assicurativa di responsabilità civile per danni causati a terzi deve:

a) essere stipulata per una somma assicurata (massimale/sinistro) non inferiore a Euro 500.000,00.

b) prevedere la copertura dei danni che l'appaltatore debba risarcire quale civilmente responsabile verso prestatori di lavoro da esso dipendenti e assicurati secondo le norme vigenti e verso i dipendenti stessi non soggetti all'obbligo di assicurazione contro gli infortuni nonché verso i dipendenti dei subappaltatori, impiantisti e fornitori per gli infortuni da loro sofferti in conseguenza del comportamento colposo commesso dall'impresa o da un suo dipendente del quale essa debba rispondere ai sensi dell'articolo 2049 del codice civile, e danni a persone dell'impresa, e loro parenti o affini, o a persone della stazione appaltante occasionalmente o saltuariamente presenti in cantiere e a consulenti dell'appaltatore o della stazione appaltante;

c) prevedere specificamente l'indicazione che tra le "persone" si intendono compresi i rappresentanti della stazione appaltante autorizzati all'accesso al cantiere, i componenti dell'ufficio di direzione dei lavori, i coordinatori per la sicurezza, i collaudatori.

5. Le garanzie di cui al presente articolo, prestate dall'appaltatore coprono senza alcuna riserva anche i danni causati dalle imprese subappaltatrici e subfornitrici. Qualora l'appaltatore sia un'associazione temporanea di concorrenti, le stesse garanzie assicurative devono essere intestate a tutte le Associate.

7. DISPOSIZIONI PER L'ESECUZIONE

Art. 35 - Variazione dei lavori

1. La stazione appaltante si riserva la facoltà di introdurre nelle opere oggetto dell'appalto quelle varianti che a suo insindacabile giudizio ritenga opportune, senza che perciò l'appaltatore possa pretendere compensi all'infuori del pagamento a conguaglio dei lavori eseguiti in più o in meno con l'osservanza delle prescrizioni ed entro i limiti stabiliti dagli **articoli 43, comma 8, del D.P.R. 207/2010 e s.m.i.**, dall'articolo 106 del D.Lgs. 50/2016 e s.m.i. sopra citato, dell'art. 8 del DM 49/2018 e **degli articoli 161 e 162 del DPR 207/2010** per quanto non in contrasto con il D.Lgs 50/2016 o il presente capitolato speciale..
2. Non sono riconosciute varianti al progetto esecutivo, prestazioni e forniture extra contrattuali di qualsiasi genere, eseguite senza preventivo ordine scritto della direzione lavori.
3. Qualunque reclamo o riserva che l'appaltatore si credesse in diritto di opporre, deve essere presentato per iscritto alla direzione lavori prima dell'esecuzione dell'opera oggetto della contestazione. Non sono prese in considerazione domande di maggiori compensi su quanto stabilito in contratto, per qualsiasi natura o ragione, qualora non vi sia accordo preventivo scritto prima dell'inizio dell'opera oggetto di tali richieste.
- 4.
5. Ai sensi dell'art. 106, comma 1, lett e) del D.Lgs 50/2016 e s.m.i., nel rispetto dei limiti fissati al comma 4 dello stesso art. 106, la stazione appaltante si riserva inoltre di apportare modifiche al contratto, che si rendano necessarie o opportune allo scopo di migliorare la funzionalità o la qualità delle opere, nei limiti del 15% dell'importo contrattuale.
6. Sono ammesse, nell'esclusivo interesse dell'amministrazione, le varianti, in aumento o in diminuzione, finalizzate al miglioramento dell'opera e alla sua funzionalità, sempre che non comportino modifiche sostanziali e siano motivate da obiettive esigenze derivanti da circostanze sopravvenute e imprevedibili al momento della stipula del contratto. L'importo in aumento relativo a tali varianti non può superare il 5 per cento dell'importo originario del contratto e deve trovare copertura nella somma stanziata per l'esecuzione dell'opera.
7. L'appaltatore non può per nessun motivo introdurre di sua iniziativa variazioni o addizioni ai lavori assunti in confronto alle previsioni contrattuali se non è stato autorizzato per iscritto (art. 1659, c. 1, e 2725 c.c.).
8. È in facoltà della stazione appaltante di chiedere l'eliminazione delle varianti non dispensabili introdotte arbitrariamente dall'appaltatore anche se queste non importano una diminuzione di

valore dell'opera e anche se ne comportano un aumento. Resta salva la facoltà del Collaudatore di riconoscere indispensabili le variazioni introdotte dall'Impresa.

9. L'appaltatore ha l'obbligo di eseguire, entro il quinto in più o in meno dell'importo contrattuale, tutte le variazioni ritenute opportune dalla stazione appaltante, purché non mutino essenzialmente la natura delle opere comprese nell'appalto (art. 106, comma 12, del D.lgs. n. 50/2016).

Art. 36 - Varianti per errori od omissioni progettuali

1. Qualora, per il manifestarsi di errori od omissioni imputabili alle carenze del progetto esecutivo, si rendessero necessarie varianti che possono pregiudicare, in tutto o in parte, la realizzazione dell'opera ovvero la sua utilizzazione, e che sotto il profilo economico eccedano il quinto dell'importo originario del contratto, la stazione appaltante procede alla risoluzione del contratto con indicazione di una nuova gara alla quale è invitato l'appaltatore originario.
2. In tal caso la risoluzione del contratto comporta il pagamento dei lavori eseguiti, dei materiali utili e del 10 per cento dei lavori non eseguiti, fino a quattro quinti dell'importo del contratto originario.
3. Nei casi di cui al presente articolo i titolari dell'incarico di progettazione sono responsabili dei danni subiti dalla stazione appaltante; ai fini del presente articolo si considerano errore od omissione di progettazione l'inadeguata valutazione dello stato di fatto, la mancata od erronea identificazione della normativa tecnica vincolante per la progettazione, il mancato rispetto dei requisiti funzionali ed economici prestabiliti e risultanti da prova scritta, la violazione delle norme di diligenza nella predisposizione degli elaborati progettuali.
4. L'impresa è tenuta entro il termine perentorio di giorni 30 dalla stipula del contratto, o dalla consegna lavori se fatta in assenza dello stesso, alla verifica del progetto esecutivo in ogni sua parte. Pertanto l'impresa dovrà mettere in evidenza errori ed omissioni del progetto che pregiudicano, in tutto o in parte, la realizzazione dell'opera ovvero la sua utilizzazione. Trascorso inutilmente tale termine l'impresa non può vantare alcun compenso per eventuali danni od oneri accessori a causa di errori od omissioni progettuali o maggiorazione dei tempi per l'esecuzione dei lavori. Tale circostanza non si applica nei casi previsti dall'art. 106 del D.Lgs 50/2016, comma 1 e s.m.i..

Art. 37 - Prezzi applicabili ai nuovi lavori e nuovi prezzi

1. Le eventuali variazioni sono valutate mediante la formazione di nuovi prezzi, mediante apposito verbale di concordamento, o altro atto, con i criteri di cui all'art. 8 commi 5 e 6 del D.M. 7 Marzo 2018, N. 49 cui all'articolo 32 del D.P.R. 207/2010.

8. DISPOSIZIONI IN MATERIA DI SICUREZZA

Art. 38 - Norme di sicurezza generali

1. I lavori appaltati devono svolgersi nel pieno rispetto di tutte le norme vigenti in materia di prevenzione degli infortuni e igiene del lavoro e in ogni caso in condizione di permanente sicurezza e igiene.
2. L'appaltatore è altresì obbligato ad osservare scrupolosamente le disposizioni del vigente Regolamento Locale di Igiene, per quanto attiene la gestione del cantiere.
3. L'appaltatore predispone, per tempo e secondo quanto previsto dalle vigenti disposizioni, gli appositi piani per la riduzione del rumore, in relazione al personale e alle attrezzature utilizzate.
4. L'appaltatore non può iniziare o continuare i lavori qualora sia in difetto nell'applicazione di quanto stabilito nel presente articolo.

Art. 39 - Sicurezza sul luogo di lavoro

1. L'appaltatore è obbligato a fornire alla stazione appaltante, entro 30 giorni dall'aggiudicazione, l'indicazione dei contratti collettivi applicati ai lavoratori dipendenti e la dichiarazione in merito al rispetto degli obblighi assicurativi e previdenziali previsti dalle leggi e dai contratti in vigore (D.U.R.C.).
2. L'appaltatore è obbligato ad osservare le misure generali di tutela di cui agli articoli 15 e 95 del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i., nonché le disposizioni dello stesso decreto applicabili alle lavorazioni previste nel cantiere.

Art. 40 - Piani di sicurezza

1. L'appaltatore è obbligato ad osservare scrupolosamente e senza riserve o eccezioni il piano di sicurezza e di coordinamento predisposto dal coordinatore per la sicurezza e messo a disposizione da parte della stazione appaltante, ai sensi del D.Lgs 81/2008 e s.m.i..
2. L'appaltatore può presentare al coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione una o più proposte motivate di modificazione o di integrazione al piano di sicurezza di coordinamento, nei seguenti casi:
 - a) per adeguarne i contenuti alle proprie tecnologie ovvero quando ritenga di poter meglio garantire la sicurezza nel cantiere sulla base della propria esperienza, anche in seguito alla consultazione obbligatoria e preventiva dei rappresentanti per la sicurezza dei propri lavoratori o a rilievi da parte degli organi di vigilanza;

- b) per garantire il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori eventualmente disattese nel piano di sicurezza, anche in seguito a rilievi o prescrizioni degli organi di vigilanza.
3. L'appaltatore ha il diritto che il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione si pronunci tempestivamente, con atto motivato da annotare sulla documentazione di cantiere, sull'accoglimento o il rigetto delle proposte presentate; le decisioni del coordinatore sono vincolanti per l'appaltatore.
4. Qualora il coordinatore non si pronunci entro il termine di sei giorni lavorativi dalla presentazione delle proposte dell'appaltatore, nei casi di cui al comma 2, lettera a), le proposte si intendono accolte.
5. Qualora il coordinatore non si sia pronunciato entro il termine di sei giorni lavorativi dalla presentazione delle proposte dell'appaltatore, prorogabile una sola volta di altri sei giorni lavorativi nei casi di cui al comma 2, lettera b), le proposte si intendono rigettate.
6. Nei casi di cui al comma 2, lettera a), l'eventuale accoglimento delle modificazioni e integrazioni non può in alcun modo giustificare variazioni o adeguamenti dei prezzi pattuiti, né maggiorazioni di alcun genere del corrispettivo.
7. Nei casi di cui al comma 2, lettera b), qualora l'eventuale accoglimento delle modificazioni e integrazioni comporti maggiori oneri a carico dell'impresa, e tale circostanza sia debitamente provata e documentata, trova applicazione la disciplina delle varianti.

Art. 41 - Piano operativo di sicurezza

1. L'appaltatore, entro 30 giorni dall'aggiudicazione e comunque prima della consegna dei lavori, a norma e secondo le previsioni dell'articolo 17 del D.Lgs 81/2008 e s.m.i., deve predisporre e consegnare al direttore dei lavori o, se nominato, al coordinatore per la sicurezza nella fase di esecuzione, un piano operativo di sicurezza (P.O.S.) per quanto attiene alle proprie scelte autonome e relative responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori. Il piano operativo di sicurezza comprende il documento di valutazione dei rischi di cui all'articolo 28 del D.Lgs 81/2008 e s.m.i. e gli adempimenti di cui agli articoli 17 e 26 del medesimo decreto, con riferimento allo specifico cantiere e deve essere aggiornato ad ogni mutamento delle lavorazioni rispetto alle previsioni.
2. Il piano operativo di sicurezza costituisce piano complementare di dettaglio del piano di sicurezza e di coordinamento previsto ai sensi degli articoli 91 e 100 del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i..
3. I contenuti minimi del piano operativo di sicurezza sono fissati dall'allegato XV capo 3.2 del D.Lgs. 81/2008.

Art. 42 - Osservanza e attuazione dei piani di sicurezza

1. L'appaltatore è obbligato ad osservare le misure generali di tutela di cui agli articoli 15 e 95, nonché 96 del D.Lgs 81/2008 e s.m.i., con particolare riguardo, ma non limitatamente, alle circostanze e agli adempimenti dell'allegato XIII del medesimo decreto.
2. L'impresa esecutrice è obbligata a comunicare e consegnare tempestivamente prima dell'inizio dei lavori e periodicamente, a richiesta del committente o del coordinatore i documenti di cui all'art. 90 e all'allegato XVII del D.Lgs 81/2008 e s.m.i.. L'affidatario è tenuto a curare il coordinamento di tutte le imprese operanti nel cantiere, al fine di rendere gli specifici piani redatti dalle imprese subappaltatrici compatibili tra loro e coerenti con il piano presentato dall'appaltatore. In caso di associazione temporanea o di consorzio di imprese detto obbligo incombe all'impresa mandataria capogruppo. Il direttore tecnico di cantiere è responsabile del rispetto del piano da parte di tutte le imprese impegnate nell'esecuzione dei lavori.
3. Il piano di sicurezza e di coordinamento ed il piano operativo di sicurezza formano parte integrante del contratto di appalto. Le gravi o ripetute violazioni dei piani stessi da parte dell'appaltatore, comunque accertate, previa formale costituzione in mora dell'interessato, costituiscono causa di risoluzione del contratto.

9. DISCIPLINA DEL SUBAPPALTO

Art. 43 - Subappalto

1. Tutte le lavorazioni, a qualsiasi categoria appartengano sono scorporabili o subappaltabili a scelta del concorrente, ferme restando le prescrizioni di cui all'articolo 4 del presente capitolato speciale, e come stabilito dall'art.105 del D.Lgs. 50/2016 e s.m.i.
2. Il subappalto è il contratto con il quale l'appaltatore affida a terzi l'esecuzione di parte delle prestazioni o lavorazioni oggetto del contratto di appalto. Costituisce, comunque, subappalto qualsiasi contratto avente ad oggetto attività ovunque espletate che richiedono l'impiego di manodopera, quali le forniture con posa in opera e i noli a caldo, se singolarmente di importo superiore al 2 per cento dell'importo delle prestazioni affidate o di importo superiore a 100.000 euro e qualora l'incidenza del costo della manodopera e del personale sia superiore al 50 per cento dell'importo del contratto da affidare. Fatto salvo quanto previsto dal comma 5, l'eventuale subappalto non può superare la quota del 40 per cento dell'importo complessivo del contratto di lavori, servizi o forniture. L'affidatario comunica alla stazione appaltante, prima dell'inizio della prestazione, per tutti i sub-contratti che non sono subappalti, stipulati per l'esecuzione dell'appalto, il nome del sub-contraente, l'importo del sub-contratto, l'oggetto del lavoro, servizio o fornitura affidati. Sono, altresì, comunicate alla stazione appaltante eventuali modifiche a tali informazioni avvenute nel corso del sub-contratto. E' altresì fatto obbligo di acquisire nuova autorizzazione integrativa qualora l'oggetto del subappalto subisca variazioni e l'importo dello stesso sia incrementato nonché siano variati i requisiti di cui al comma 7 dell'art. 105 del D.Lgs 50/2016.
3. Il contratto non può essere ceduto, a pena di nullità dell'atto di cessione; è vietata, inoltre, l'associazione in partecipazione nonché qualsiasi modificazione alla composizione delle associazioni temporanee e dei consorzi di cui all'art. 45 del D.Lgs 50/2016 rispetto a quella risultante dall'impegno presentato in sede di offerta; l'inosservanza dei divieti comporterà l'annullamento dell'aggiudicazione o la nullità del contratto, nonché l'esclusione dei concorrenti riuniti in associazione o consorzio concomitanti o successivi alle procedure di affidamento.
4. Nel caso di subappalto l'impresa aggiudicataria dei lavori resterà, comunque, ugualmente la sola ed unica responsabile della esecuzione dei lavori appaltati nei confronti della Stazione appaltante.
5. L'esecuzione delle opere e dei lavori affidati in subappalto non potrà formare oggetto di ulteriore subappalto, ai sensi del comma 19 dell' art. 105 del D.Lgs. 50/2016.

6. È vietato all'appaltatore affidare in appalto ed in subappalto od in qualsiasi altra forma, anche a società cooperative, l'esecuzione di mere prestazioni di lavoro mediante impiego di mano d'opera assunta e retribuita dall'appaltatore o dall'intermediario, qualunque sia la natura dell'opera o del servizio cui le prestazioni si riferiscono;
7. È vietato all'appaltatore affidare ad intermediari, siano questi dipendenti, terzi o società anche se cooperative, lavori da eseguirsi a cottimo da prestatori di opere assunti e retribuiti da tali intermediari;
8. È vietato all'appaltatore dare corso a qualunque cessione di credito che non sia autorizzata dalla Stazione appaltante.
9. L'affidamento delle opere in subappalto è sottoposto alle seguenti condizioni:
 - che l'appaltatore abbia indicato all'atto dell'offerta i lavori o le parti di opere che intende subappaltare o concedere in cottimo, come previsto nel bando e nel disciplinare di gara;
 - che l'appaltatore, all'atto della richiesta di autorizzazione al subappalto o cottimo, indichi con chiarezza i lavori oggetto della richiesta ed il loro ammontare, valutato ai prezzi di aggiudicazione;
 - che l'appaltatore provveda, entro il termine di venti giorni prima della data di inizio dell'esecuzione delle relative lavorazioni, al deposito del contratto di subappalto presso la Stazione appaltante;
 - che, al momento della richiesta presso la Stazione appaltante del contratto di subappalto, l'appaltatore stesso trasmetta altresì la certificazione attestante il possesso da parte del subappaltatore dei requisiti previsti dalla vigente normativa in materia di qualificazione delle imprese, salvo i casi in cui, secondo la legislazione vigente, è sufficiente per eseguire i lavori pubblici l'iscrizione alla Camera di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura;
10. L'appaltatore è tenuto a presentare alla Stazione appaltante apposita istanza scritta con allegata la documentazione di cui ai sopra citati punti; dalla data di ricevimento della citata istanza decorre il termine di trenta giorni entro il quale la Stazione appaltante provvede al rilascio dell'autorizzazione al subappalto, tale termine può essere prorogato una sola volta per giustificati motivi; trascorso tale termine senza che si sia provveduto, l'autorizzazione si intende concessa.
11. Nei cartelli esposti all'esterno del cantiere devono essere indicati anche i nominativi di tutte le imprese subappaltatrici.
12. Per i subappalti o cottimi superiori ad Euro 154.937,07 dovrà essere preventivamente acquisita l'informazione del prefetto prevista dall'art. 10 del D.P.R. n. 252/98 e sm.i.. A tal fine l'appal-

tatore dovrà trasmettere alla Stazione appaltante copia del certificato d'iscrizione dell'impresa presso la C.C.I.A. corredato dall'apposita dicitura Antimafia.

13. I contratti di subappalto o di cottimo devono fare chiaro ed unico riferimento ai prezzi aggiudicati, devono essere affidati con ribassi non superiori al 20% rispetto a detti prezzi e devono essere trasmessi, dopo la regolarizzazione, in copia autentica alla Stazione appaltante almeno venti giorni prima della data di effettivo inizio dell'esecuzione delle relative lavorazioni.
14. Prima dell'effettivo inizio dei lavori oggetto di subappalto o di cottimo l'Appaltatore dovrà far pervenire alla Stazione appaltante stessa, la documentazione della avvenuta denuncia da parte del subappaltatore agli Enti previdenziali, inclusa la cassa edile, assistenziali, assicurativi ed infortunistici. L'appaltatore dovrà produrre periodicamente la documentazione in copia con dichiarazione comprovante la regolarità dei versamenti agli enti suddetti.
15. L'appaltatore è responsabile in solido dell'osservanza delle norme riguardanti i CCNL ed i contratti collettivi territoriali in vigore per il settore e la zona nella quale si svolgono i lavori da parte dei subappaltatori nei confronti dei loro dipendenti per le prestazioni rese nell'ambito del subappalto.
16. È facoltà della Stazione appaltante di corrispondere direttamente all'impresa subappaltatrice i pagamenti a questa dovuti nel caso non provveda l'appaltatore.
17. L'appaltatore è tenuto a curare il coordinamento di tutte le imprese operanti nel cantiere al fine di rendere gli specifici piani per la sicurezza fisica dei lavoratori redatti dalle imprese subappaltatrici compatibili tra loro e coerenti con il piano presentato dall'appaltatore.
18. E' fatto obbligo all'impresa di comunicare alla Stazione appaltante per tutti i sub-contratti stipulati per l'esecuzione dell'appalto, il nome del sub-contraente, l'importo del contratto, l'oggetto del lavoro, servizio o fornitura affidati.
19. L'appaltatore è tenuto a trasmettere entro 15 giorni, con lettera raccomandata o PEC alla Stazione appaltante, ogni modificazione intervenuta nei propri assetti societari, nella struttura di impresa e negli organismi tecnici ed amministrativi.
20. L'obbligo di cui al comma precedente sussiste anche per il caso di analoghe modificazioni intervenute nell'assetto dei Subappaltatori.
21. Ai sensi dell'art. 1, comma 18, secondo periodo, della legge n. 55 del 2019, il presente comma è sospeso fino al 31 dicembre 2020: "È obbligatoria l'indicazione della terna di subappaltatori in sede di offerta, qualora gli appalti di lavori, servizi e forniture siano di importo pari o superiore alle soglie di cui all'articolo 35 del suddetto decreto o, indipendentemente dall'importo a base di gara, riguardino le attività maggiormente esposte a rischio di infiltrazione mafiosa, come individuate al comma 53 dell'articolo 1 della legge 6 novembre 2012, n. 190. Nel caso di appal-

ti aventi ad oggetto più tipologie di prestazioni, la tema di subappaltatori va indicata con riferimento a ciascuna tipologia di prestazione omogenea prevista nel bando di gara. Nel bando o nell'avviso di gara la stazione appaltante prevede, per gli appalti sotto le soglie di cui all'articolo 35: le modalità e le tempistiche per la verifica delle condizioni di esclusione di cui all'articolo 80 prima della stipula del contratto stesso, per l'appaltatore e i subappaltatori; l'indicazione dei mezzi di prova richiesti, per la dimostrazione delle circostanze di esclusione per gravi illeciti professionali come previsti dal comma 13 dell'articolo 80."

22. Ai contratti d'appalto o d'opera o di somministrazione si applicano le disposizioni dell'art. 26 del D.Lgs 81/2008 e s.m.i..

Art. 44 - Responsabilità in materia di subappalto

1. L'appaltatore resta in ogni caso responsabile nei confronti della stazione appaltante per l'esecuzione delle opere oggetto di subappalto, sollevando la stazione appaltante medesima da ogni pretesa dei subappaltatori o da richieste di risarcimento danni avanzate da terzi in conseguenza all'esecuzione di lavori sub-appaltati.
2. Il direttore dei lavori e il responsabile del procedimento, nonché il coordinatore per l'esecuzione in materia di sicurezza di cui all'articolo 92 del D.Lgs 81/2008 e s.m.i. provvedono a verificare, ognuno per la propria competenza, il rispetto di tutte le condizioni di ammissibilità e del subappalto.
3. Il subappalto non autorizzato comporta le sanzioni penali previste dal decreto-legge 29 aprile 1995, n. 139, convertito dalla legge 28 giugno 1995, n. 246 (ammenda fino a un terzo dell'importo dell'appalto, arresto da sei mesi ad un anno).

Art. 45 - Pagamento dei subappaltatori

1. L'appaltatore è obbligato a trasmettere alla stessa stazione appaltante, entro 20 giorni dalla data di ciascun pagamento effettuato a proprio favore, copia delle fatture quietanzate relative ai pagamenti da esso corrisposti ai medesimi subappaltatori o cottimisti, con l'indicazione delle eventuali ritenute di garanzia effettuate. Nel caso di mancata trasmissione delle fatture quietanzate, la stazione appaltante sospende il successivo pagamento a favore dell'appaltatore.

10. CONTROVERSIE, MANODOPERA, ESECUZIONE D'UFFICIO

Art. 46 - Controversie

1. Ai sensi dell'art. 205 c.2 del D.Lgs. 50/2016 non possono essere oggetto di riserva gli aspetti progettuali che sono stati oggetto a verifica ai sensi dell'art. 26 del decreto stesso.
2. Qualora, a seguito dell'iscrizione di riserve sui documenti contabili, l'importo economico dei lavori comporti variazioni rispetto all'importo contrattuale in misura variabile tra il 5 e il 15 per cento di quest'ultimo, si applicano i procedimenti volti al raggiungimento di un accordo bonario disciplinato dall'articolo 205 del D.Lgs.50/2016 e s.m.i.; il responsabile del procedimento acquisisce immediatamente la relazione riservata del direttore dei lavori e, ove nominato, del collaudatore e, sentito l'appaltatore, formula alla stazione appaltante, entro 90 giorni dall'apposizione dell'ultima delle riserve, proposta motivata di accordo bonario. La stazione appaltante, entro 60 giorni dalla proposta di cui sopra, delibera in merito con provvedimento motivato. Il verbale di accordo bonario è sottoscritto dall'appaltatore. Per gli appalti e le concessioni di importo pari o superiore a dieci milioni di euro, il responsabile del procedimento promuove la costituzione di apposita commissione, affinché formuli, acquisita la relazione riservata del direttore dei lavori e, ove costituito, dell'organo di collaudo, entro novanta giorni dalla apposizione dell'ultima delle riserve di cui al comma 1, proposta motivata di accordo bonario.
3. Ove non si proceda all'accordo bonario ai sensi del comma 1 e l'appaltatore confermi le riserve, e per qualsiasi contestazione dovesse insorgere tra l'appaltatore e la stazione appaltante, la definizione delle controversie è attribuita all'Autorità Giudiziaria Ordinaria **del Foro di Reggio Emilia**.
4. Qualora la variazione all'importo contrattuale sia differente da quello di cui al comma 1 può essere applicata la transazione normata dall'articolo 208 del D.Lgs. 50/2016 e s.m.i..
5. Sulle somme contestate e riconosciute in sede amministrativa o contenziosa, gli interessi legali cominciano a decorrere 60 giorni dopo la data di sottoscrizione dell'accordo bonario, successivamente approvato dalla stazione appaltante, ovvero dall'emissione del provvedimento esecutivo con il quale sono state risolte le controversie.
6. Nelle more della risoluzione delle controversie l'appaltatore non può comunque rallentare o sospendere i lavori, né rifiutarsi di eseguire gli ordini impartiti dalla stazione appaltante.

Art. 47 - Contratti collettivi e disposizioni sulla manodopera

1. L'appaltatore è tenuto all'esatta osservanza di tutte le leggi, regolamenti e norme vigenti in materia, nonché eventualmente entrate in vigore nel corso dei lavori, e in particolare:
 - a) nell'esecuzione dei lavori che formano oggetto del presente appalto, l'appaltatore si obbliga ad applicare integralmente il contratto nazionale di lavoro per gli operai dipendenti dalle aziende industriali edili e affini e gli accordi locali e aziendali integrativi dello stesso, in vigore per il tempo e nella località in cui si svolgono i lavori;
 - b) i suddetti obblighi vincolano l'appaltatore anche qualora non sia aderente alle associazioni stipulanti o receda da esse e indipendentemente dalla natura industriale o artigiana, dalla struttura o dalle dimensioni dell'impresa stessa e da ogni altra sua qualificazione giuridica;
 - c) è responsabile in rapporto alla stazione appaltante dell'osservanza delle norme anzidette da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei rispettivi dipendenti, anche nei casi in cui il contratto collettivo non disciplini l'ipotesi del subappalto; il fatto che il subappalto non sia stato autorizzato non esime l'appaltatore dalla responsabilità, e ciò senza pregiudizio degli altri diritti della stazione appaltante;
 - d) è obbligato al regolare assolvimento degli obblighi contributivi in materia previdenziale, assistenziale, antinfortunistica e in ogni altro ambito tutelato dalle leggi speciali.
2. In caso di inottemperanza, accertata dalla stazione appaltante o a essa segnalata da un ente preposto, la stazione appaltante medesima comunica all'appaltatore l'inadempienza accertata e procede a una detrazione del 20% sui pagamenti in acconto, se i lavori sono in corso di esecuzione, ovvero alla sospensione del pagamento del saldo, se i lavori sono ultimati, destinando le somme così accantonate a garanzia dell'adempimento degli obblighi di cui sopra; il pagamento all'impresa appaltatrice delle somme accantonate non è effettuato sino a quando non sia stato accertato che gli obblighi predetti sono stati integralmente adempiuti.
3. **Ai sensi dell'articolo 5 del D.P.R. 207/2010**, in caso di ritardo nel pagamento delle retribuzioni dovute al personale dipendente, qualora l'appaltatore invitato a provvedervi, entro quindici giorni non vi provveda o non contesti formalmente e motivatamente la legittimità della richiesta, la stazione appaltante può pagare direttamente ai lavoratori le retribuzioni arretrate, anche in corso d'opera, detraendo il relativo importo dalle somme dovute all'appaltatore in esecuzione del contratto.

Art. 48 - Risoluzione del contratto - Esecuzione d'ufficio dei lavori

1. La stazione appaltante ha facoltà di risolvere il contratto mediante semplice lettera raccomandata con messa in mora di 15 giorni, senza necessità di ulteriori adempimenti, nei seguenti casi:
 - a) frode nell'esecuzione dei lavori;
 - b) inadempimento alle disposizioni del direttore dei lavori riguardo ai tempi di esecuzione o quando risulti accertato il mancato rispetto delle ingiunzioni o diffide fattegli, nei termini imposti dagli stessi provvedimenti;
 - c) manifesta incapacità o inidoneità, anche solo legale, nell'esecuzione dei lavori;
 - d) inadempienza accertata alle norme di legge sulla prevenzione degli infortuni, la sicurezza sul lavoro e le assicurazioni obbligatorie del personale;
 - e) sospensione dei lavori o mancata ripresa degli stessi da parte dell'appaltatore senza giustificato motivo;
 - f) rallentamento dei lavori, senza giustificato motivo, in misura tale da pregiudicare la realizzazione dei lavori nei termini previsti dal contratto;
 - g) subappalto abusivo, associazione in partecipazione, cessione anche parziale del contratto o violazione di norme sostanziali regolanti il subappalto;
 - h) non rispondenza dei beni forniti alle specifiche di contratto e allo scopo dell'opera;
 - i) nel caso di mancato rispetto della normativa sulla sicurezza e la salute dei lavoratori di cui al D.Lgs 81/2008 e s.m.i. o ai piani di sicurezza di cui agli articoli 40 e 41 del presente capitolato speciale, integranti il contratto, e delle ingiunzioni fattegli al riguardo dal direttore dei lavori, dal responsabile del procedimento o dal coordinatore per la sicurezza.
2. Il contratto è altresì risolto in caso di perdita da parte dell'appaltatore, dei requisiti per l'esecuzione dei lavori, quali il fallimento o la irrogazione di misure sanzionatorie o cautelari che inibiscono la capacità di contrattare con la pubblica amministrazione.
3. Nei casi di rescissione del contratto o di esecuzione di ufficio, la comunicazione della decisione assunta dalla stazione appaltante è fatta all'appaltatore nella forma dell'ordine di servizio o della raccomandata con avviso di ricevimento, con la contestuale indicazione della data alla quale avrà luogo l'accertamento dello stato di consistenza dei lavori.
4. In relazione a quanto sopra, alla data comunicata dalla stazione appaltante si fa luogo, in contraddittorio fra il direttore dei lavori e l'appaltatore o suo rappresentante ovvero, in mancanza di questi, alla presenza di due testimoni, alla redazione dello stato di consistenza dei lavori, all'inventario dei materiali, delle attrezzature dei e mezzi d'opera esistenti in cantiere, nonché,

nel caso di esecuzione d'ufficio, all'accertamento di quali di tali materiali, attrezzature e mezzi d'opera debbano essere mantenuti a disposizione della stazione appaltante per l'eventuale riutilizzo e alla determinazione del relativo costo.

5. Nei casi di rescissione del contratto e di esecuzione d'ufficio, come pure in caso di fallimento dell'appaltatore, i rapporti economici con questo o con il curatore sono definiti, con salvezza di ogni diritto e ulteriore azione della stazione appaltante, nel seguente modo:
- a) ponendo a base d'asta del nuovo appalto l'importo lordo dei lavori di completamento da eseguire d'ufficio in danno, risultante dalla differenza tra l'ammontare complessivo lordo dei lavori posti a base d'asta nell'appalto originario, eventualmente incrementato per perizie in corso d'opera oggetto di regolare atto di sottomissione o comunque approvate o accettate dalle parti, e l'ammontare lordo dei lavori eseguiti dall'appaltatore inadempiente medesimo;
 - b) ponendo a carico dell'appaltatore inadempiente:
 - 1) l'eventuale maggiore costo derivante dalla differenza tra importo netto di aggiudicazione del nuovo appalto per il completamento dei lavori e l'importo netto degli stessi risultante dall'aggiudicazione effettuata in origine all'appaltatore inadempiente;
 - 2) l'eventuale maggiore costo derivato dalla ripetizione della gara di appalto eventualmente andata deserta, necessariamente effettuata con importo a base d'asta opportunamente maggiorato;
 - 3) l'eventuale maggiore onere per la stazione appaltante per effetto della tardata ultimazione dei lavori, delle nuove spese di gara e di pubblicità, delle maggiori spese tecniche di direzione, assistenza, contabilità e collaudo dei lavori, dei maggiori interessi per il finanziamento dei lavori, di ogni eventuale maggiore e diverso danno documentato, conseguente alla mancata tempestiva utilizzazione delle opere alla data prevista dal contratto originario.
6. Il contratto è altresì risolto qualora, per il manifestarsi di errori o di omissioni del progetto esecutivo che pregiudicano, in tutto o in parte, la realizzazione dell'opera ovvero la sua utilizzazione, come definite dall'articolo 106, comma 10, del D.Lgs 50/2016 e s.m.i., si rendano necessari lavori suppletivi che eccedano il quinto dell'importo originario del contratto. In tal caso, proceduto all'accertamento dello stato di consistenza ai sensi del comma 3 del presente articolo, si procede alla liquidazione dei lavori eseguiti, dei materiali utili e del 10 per cento dei lavori non eseguiti, fino a quattro quinti dell'importo del contratto.

11. DISPOSIZIONI PER L'ULTIMAZIONE

Art. 49 - Ultimazione dei lavori

1. Al termine dei lavori e in seguito a richiesta scritta dell'impresa appaltatrice il direttore dei lavori redige, entro 20 giorni dalla richiesta, il certificato di ultimazione; entro trenta giorni dalla data del certificato di ultimazione dei lavori il direttore dei lavori procede all'accertamento sommario della regolarità delle opere eseguite.
2. In sede di accertamento sommario, senza pregiudizio di successivi accertamenti, sono rilevati e verbalizzati eventuali vizi e difformità di costruzione che l'impresa appaltatrice è tenuta a eliminare a sue spese nel termine fissato e con le modalità prescritte dal direttore dei lavori, fatto salvo il risarcimento del danno dell'ente appaltante. In caso di ritardo nel ripristino, si applica la penale per i ritardi prevista dall'apposito articolo del presente capitolato speciale, proporzionale all'importo della parte di lavori che direttamente e indirettamente traggono pregiudizio dal mancato ripristino e comunque all'importo non inferiore a quello dei lavori di ripristino.
3. L'ente appaltante si riserva di prendere in consegna parzialmente o totalmente le opere con apposito verbale immediatamente dopo l'accertamento sommario se questo ha avuto esito positivo, ovvero nel termine assegnato dalla direzione lavori ai sensi dei commi precedenti.

Art. 50 - Termini per il collaudo

1. Al termine dei lavori, verrà eseguito il collaudo dell'opera, ai sensi del D.Lgs 50/2016 e s.m.i., articolo 102. Il certificato di collaudo provvisorio è emesso entro il termine perentorio di sei mesi dall'ultimazione dei lavori, ed ha carattere provvisorio; esso assume carattere definitivo trascorsi due anni dalla data dell'emissione. Decorso tale termine, il collaudo si intende tacitamente approvato anche se l'atto formale di approvazione non sia intervenuto entro i successivi due mesi.
2. Durante l'esecuzione dei lavori la stazione appaltante può effettuare operazioni di collaudo o di verifica volte a controllare la piena rispondenza delle caratteristiche dei lavori in corso di realizzazione a quanto richiesto negli elaborati progettuali, nel capitolato speciale o nel contratto.

Art. 51 - Presa in consegna dei lavori ultimati

1. La stazione appaltante si riserva di prendere in consegna parzialmente o totalmente le opere appaltate anche subito dopo l'ultimazione dei lavori.

2. Qualora la Stazione appaltante si avvalga di tale facoltà, che viene comunicata all'appaltatore per iscritto, lo stesso appaltatore non può opporvisi per alcun motivo, né può reclamare compensi di sorta.
3. Egli può però richiedere che sia redatto apposito verbale circa lo stato delle opere, onde essere garantito dai possibili danni che potrebbero essere arrecati alle opere stesse.
4. La presa di possesso da parte della Stazione appaltante avviene nel termine perentorio fissato dalla stessa per mezzo del direttore dei lavori o per mezzo del responsabile del procedimento, in presenza dell'appaltatore o di due testimoni in caso di sua assenza.
5. Qualora la stazione appaltante non si trovi nella condizione di prendere in consegna le opere dopo l'ultimazione dei lavori, l'appaltatore non può reclamare la consegna ed è altresì tenuto alla gratuita manutenzione fino al collaudo.

12. NORME FINALI

Art. 52 - Oneri e obblighi a carico dell'appaltatore

1. Oltre agli oneri di cui al capitolato generale d'appalto, al regolamento generale e al presente capitolato speciale, nonché a quanto previsto da tutti i piani per le misure di sicurezza fisica dei lavoratori, sono a carico dell'appaltatore gli oneri e gli obblighi che seguono:
 - a) la fedele esecuzione del progetto e degli ordini impartiti per quanto di competenza, dal direttore dei lavori, in conformità alle pattuizioni contrattuali, in modo che le opere eseguite risultino a tutti gli effetti collaudabili, esattamente conformi al progetto e a perfetta regola d'arte, richiedendo al direttore dei lavori tempestive disposizioni scritte per i particolari che eventualmente non risultassero da disegni, dal capitolato o dalla descrizione delle opere. In ogni caso l'appaltatore non deve dare corso all'esecuzione di aggiunte o varianti non ordinate per iscritto ai sensi dell'articolo 1659 del codice civile;
 - b) i movimenti di terra e ogni altro onere relativo alla formazione del cantiere attrezzato, in relazione alla entità dell'opera, con tutti i più moderni e perfezionati impianti per assicurare una perfetta e rapida esecuzione di tutte le opere prestabilite, ponteggi e palizzate, adeguatamente protetti, in adiacenza di proprietà pubbliche o private, la recinzione con solido steccato, nonché la pulizia, la manutenzione del cantiere stesso, l'inghiaimento e la sistemazione delle sue strade, in modo da rendere sicuri il transito e la circolazione dei veicoli e delle persone addette ai lavori tutti, ivi comprese le eventuali opere scorporate o affidate a terzi dallo stesso ente appaltante;
 - c) l'assunzione in proprio, tenendone indenne la stazione appaltante, di ogni responsabilità risarcitoria e delle obbligazioni relative comunque connesse all'esecuzione delle prestazioni dell'impresa a termini di contratto;
 - d) l'esecuzione, presso gli Istituti autorizzati, di tutte le prove che verranno ordinate dalla direzione lavori, sui materiali e manufatti impiegati o da impiegarsi nella costruzione, compresa la confezione dei campioni e l'esecuzione di prove di carico che siano ordinate dalla stessa direzione lavori su tutte le opere in calcestruzzo semplice o armato e qualsiasi altra struttura portante, nonché prove di tenuta per le tubazioni; in particolare è fatto obbligo di effettuare almeno un prelievo di calcestruzzo per ogni giorno di getto, datato e conservato;
 - e) le responsabilità sulla non rispondenza degli elementi eseguiti rispetto a quelli progettati o previsti dal capitolato.

- f) il mantenimento, fino all'emissione del certificato di collaudo, della continuità degli scolli delle acque e del transito sugli spazi, pubblici e privati, adiacenti le opere da eseguire;
- g) il ricevimento, lo scarico e il trasporto nei luoghi di deposito o nei punti di impiego secondo le disposizioni della direzione lavori, comunque all'interno del cantiere, dei materiali e dei manufatti esclusi dal presente appalto e approvvigionati o eseguiti da altre ditte per conto dell'ente appaltante e per i quali competono a termini di contratto all'appaltatore le assistenze alla posa in opera; i danni che per cause dipendenti dall'appaltatore fossero apportati ai materiali e manufatti suddetti devono essere ripristinati a carico dello stesso appaltatore;
- h) la concessione, su richiesta della direzione lavori, a qualunque altra impresa alla quale siano affidati lavori non compresi nel presente appalto, l'uso parziale o totale dei ponteggi di servizio, delle impalcature, delle costruzioni provvisorie e degli apparecchi di sollevamento per tutto il tempo necessario all'esecuzione dei lavori che l'ente appaltante intenderà eseguire direttamente ovvero a mezzo di altre ditte dalle quali, come dall'ente appaltante, l'impresa non potrà pretendere compensi di sorta, tranne che per l'impiego di personale addetto ad impianti di sollevamento; il tutto compatibilmente con le esigenze e le misure di sicurezza;
- i) la pulizia del cantiere e delle vie di transito e di accesso allo stesso, compreso lo sgombero dei materiali di rifiuto lasciati da altre ditte;
- j) le spese, i contributi, i diritti, i lavori, le forniture e le prestazioni occorrenti per gli allacciamenti provvisori di acqua, energia elettrica, gas e fognatura, necessari per il funzionamento del cantiere e per l'esecuzione dei lavori, nonché le spese per le utenze e i consumi dipendenti dai predetti servizi; l'appaltatore si obbliga a concedere, con il solo rimborso delle spese vive, l'uso dei predetti servizi alle altre ditte che eseguono forniture o lavori per conto della stazione appaltante, sempre nel rispetto delle esigenze e delle misure di sicurezza;
- k) l'esecuzione di un'opera campione delle singole categorie di lavoro ogni volta che questo sia previsto specificatamente dal capitolato speciale o sia richiesto dalla direzione dei lavori, per ottenere il relativo nullaosta alla realizzazione delle opere simili;
- l) la fornitura e manutenzione dei cartelli di avviso, di fanali di segnalazione notturna nei punti prescritti e di quanto altro indicato dalle disposizioni vigenti a scopo di sicurezza, nonché l'illuminazione notturna del cantiere;
- m) la costruzione e la manutenzione entro il recinto del cantiere dei locali ad uso ufficio del personale di direzione lavori e assistenza, arredati, illuminati e provvisti di armadio chiuso a

- chiave, tavolo, sedie, personal computer con installati i programmi base (Word, Excel, Autocad nelle ultime versioni disponibili), macchina da calcolo e materiale di cancelleria;
- n) la predisposizione del personale e degli strumenti necessari per tracciamenti, rilievi, misurazioni, prove e controlli dei lavori tenendo a disposizione del direttore dei lavori i disegni e le tavole per gli opportuni raffronti e controlli, con divieto di darne visione a terzi e con formale impegno di astenersi dal riprodurre o contraffare i disegni e i modelli avuti in consegna;
- o) la consegna, prima della smobilitazione del cantiere, di un certo quantitativo di materiale usato, per le finalità di eventuali successivi ricambi omogenei, previsto dal capitolato speciale o precisato da parte della direzione lavori con ordine di servizio e che viene liquidato in base al solo costo del materiale;
- p) l'idonea protezione dei materiali impiegati e messi in opera a prevenzione di danni di qualsiasi natura e causa, nonché la rimozione di dette protezioni a richiesta della direzione lavori; nel caso di sospensione dei lavori deve essere adottato ogni provvedimento necessario ad evitare deterioramenti di qualsiasi genere e per qualsiasi causa alle opere eseguite, restando a carico dell'appaltatore l'obbligo di risarcimento degli eventuali danni conseguenti al mancato od insufficiente rispetto della presente norma;
- q) l'adozione, nel compimento di tutti i lavori, dei procedimenti e delle cautele necessarie a garantire l'incolumità degli operai, delle persone addette ai lavori stessi e dei terzi, nonché ad evitare danni ai beni pubblici e privati, osservando le disposizioni contenute nelle vigenti norme in materia di prevenzione infortuni; con ogni più ampia responsabilità in caso di infortuni a carico dell'appaltatore, restandone sollevati la stazione appaltante, nonché il personale preposto alla direzione e sorveglianza dei lavori;
- r) il mantenimento in esercizio dei servizi e delle fognature esistenti incrociate durante i lavori;
- s) le indagini preventive sullo stato, consistenza, tracciato e profondità di tutte le strutture e servizi, pubblici e privati, esistenti in corrispondenza degli scavi del cantiere. L'impresa dovrà fornire alla direzione lavori una documentazione grafica adeguata dei risultati dell'indagine preliminarmente all'inizio di qualsiasi operazione di scavo o di esecuzione dei lavori, pena la loro immediata interruzione;
- t) le assistenze allo spostamento dei sottoservizi: scavi, rinterri, macchine operatrici, personale, etc. Lo spostamento verrà eseguito da ditte specialistiche e compensato a queste direttamente dall'Amministrazione.;

- u) il completo risarcimento degli eventuali frutti pendenti (di cui l'appaltatore viene ritenuta interamente responsabile), prodotti nell'annata agricola interessata dall'esecuzione dei lavori, relativamente a tutte le particelle catastali individuate dal Piano Particellare di Esproprio.
 - v) il ripristino finale dei luoghi di cantiere come pre-esistente l'intervento (salvo ovviamente quanto previsto e realizzato a seguito del progetto stesso), comprese eventuali piste di accesso, aree di stoccaggio, etc... in aree limitrofe;
 - w) la fornitura, formazione e mantenimento delle opere provvisorie (di qualunque tipo), necessarie per l'esecuzione in sicurezza dei lavori;
 - x) la riparazione dei danni, dipendenti anche da forza maggiore, che si verificassero negli scavi, nei rinterri, alle attrezzature ed a tutte le opere provvisorie;
 - y) il mantenimento dello stato pre-esistente i lavori degli elementi di arredo urbano, percorsi ciclo-pedonali, pavimentazioni, impianti, sottoservizi, opere in ferro e manufatti esistenti, ovvero il ripristino in caso di danneggiamento, sia per le aree di lavoro che per le aree attraversate per giungere ad esse.
 - z) l'adozione di tutte le più idonee precauzioni e cautele atte ad evitare danni alle proprietà attraversate e limitrofe.
2. L'appaltatore è tenuto a richiedere, prima della realizzazione dei lavori, presso tutti i soggetti diversi dalla stazione appaltante (Consorzi, privati, Regione, Provincia, ANAS, ENEL, Telecom e altri eventuali ove applicabili) interessati direttamente o indirettamente ai lavori, tutti i permessi necessari e a seguire tutte le disposizioni emanate dai suddetti per quanto di competenza, in relazione all'esecuzione delle opere e alla conduzione del cantiere.
 3. L'Impresa provvederà tempestivamente, altresì, in nome e per conto della stazione appaltante, all'ottenimento di tutti i permessi, le autorizzazioni, le concessioni, le licenze, i nulla-osta e quanto occorre per l'esecuzione dei lavori e per la realizzazione e l'esercizio delle opere. Le tasse, i diritti, i canoni, gli oneri di concessione, le spese per sorveglianza e collaudo da parte degli Enti concedenti, nonché le spese per le opere di presidio, di ripristino ed ogni altra spesa da liquidare per l'ottenimento dei permessi, autorizzazioni, concessioni, ecc., restano a carico della stazione appaltante, mentre sono a carico dell'Impresa i depositi cauzionali che siano eventualmente richiesti dagli Enti stessi.
 4. Sono altresì a carico dell'Impresa gli oneri e le spese per la predisposizione di ogni documentazione richiesta dagli Enti competenti, così come qualsiasi opera, lavorazione ed onere conseguente alle concessioni, prescrizioni, modalità esecutive o quant'altro richiesto dagli enti competenti.

5. L'Impresa provvederà ad anticipare le somme poste a carico della stazione appaltante e ad effettuare direttamente il pagamento agli Enti interessanti, previa autorizzazione dell'Amministrazione stessa.
6. Sono a carico dell'Impresa tutti gli oneri diretti ed indiretti derivanti da interruzioni o ritardi nei lavori conseguenti alla ritardata acquisizione dei cespiti ed al non tempestivo ottenimento dei permessi, autorizzazioni ecc.
7. È inoltre a carico dell' Impresa l'onere di tutti i danni a proprietà di terzi, in particolare i frutti pendenti e i danni dovuti all'occupazione dei terreni per l'esecuzione dei lavori di cui al presente Capitolato Speciale: l'Impresa dovrà, entro il termine dei lavori, procedere alle liquidazioni di tali danni fornendo le quietanze di liquidazione alla Stazione. È facoltà della stazione appaltante intervenire con stime proprie qualora fra l'appaltatore e il terzo danneggiato non si addiven- ga ad un accordo conveniente, in tal caso l'appaltatore sarà tenuto alla liquidazione di quanto stabilito dalla stima della stazione appaltante.
8. Fino all'emanazione dei decreti legislativi di cui al comma 2 dell'art. 304 del D.Lgs 81/2008 e s.m.i., laddove disposizioni di legge o regolamentari dispongano un rinvio a norme del, e suc- cessive modificazioni, ovvero ad altre disposizioni abrogate dal comma 1 dell'articolo soprac- ciato, tali rinvii si intendono riferiti alle corrispondenti norme del D.Lgs 81/2008 e s.m.i..

Il corrispettivo per tutti gli obblighi ed oneri sopra specificati è da intendersi interamente globato nel corrispettivo dei lavori, fatta eccezione per gli oneri di sicurezza per i quali è fissato lo specifico corrispettivo.

Art. 53 - Obblighi speciali a carico dell'appaltatore

1. L'appaltatore è obbligato alla tenuta delle scritture di cantiere e in particolare:
 - a) il libro giornale a pagine previamente numerate nel quale sono registrate, a cura dell'appaltatore:
 - tutte le circostanze che possono interessare l'andamento dei lavori: condizioni meteorologiche, maestranza presente, fasi di avanzamento, date dei getti in calcestruzzo armato e dei relativi disarmi, stato dei lavori eventualmente affidati all'appaltatore e ad altre ditte,
 - le disposizioni e osservazioni del direttore dei lavori,
 - le annotazioni e contro deduzioni dell'impresa appaltatrice,
 - le sospensioni, riprese e proroghe dei lavori;
 - b) il libro dei rilievi dei lavori, che deve contenere tutti gli elementi necessari all'esatta e tem- pestiva contabilizzazione delle opere eseguite, con particolare riguardo a quelle che ven-

gono occultate con il procedere dei lavori stessi; tale libro, aggiornato a cura dell'appaltatore, è periodicamente verificato e vistato dalla direzione dei lavori; ai fini della regolare contabilizzazione delle opere, ciascuna delle parti deve prestarsi alle misurazioni in contraddittorio con l'altra parte;

c) note delle eventuali prestazioni in economia che sono tenute a cura dell'appaltatore e sono sottoposte settimanalmente al visto del direttore dei lavori e dei suoi collaboratori (in quanto tali espressamente indicati sul libro giornale), per poter essere accettate a contabilità e dunque retribuite.

2. L'appaltatore è obbligato ai tracciamenti e ai riconfinamenti, nonché alla conservazione dei termini di confine, così come consegnati dalla direzione lavori su supporto cartografico o magnetico-informatico. L'appaltatore deve rimuovere gli eventuali picchetti e confini esistenti nel minor numero possibile e limitatamente alle necessità di esecuzione dei lavori. Prima dell'ultimazione dei lavori stessi e comunque a semplice richiesta della direzione lavori, l'appaltatore deve ripristinare tutti i confini e i picchetti di segnalazione, nelle posizioni inizialmente consegnate dalla stessa direzione lavori.
3. L'appaltatore deve produrre alla direzione dei lavori un'adeguata documentazione fotografica relativa alle lavorazioni di particolare complessità, o non più ispezionabili o non più verificabili dopo la loro esecuzione ovvero a richiesta della direzione dei lavori. La documentazione fotografica, a colori e in formati riproducibili agevolmente, reca in modo automatico e non modificabile la data e l'ora nelle quali sono state fatte le relative riprese.
4. L'appaltatore deve verificare tutti i calcoli strutturali e deve fornire alla Direzione dei Lavori il progetto costruttivo prima dell'esecuzione delle opere.
5. In particolare si richiedono i calcoli strutturali di dettaglio delle singole fasi lavorative.
6. La consegna di adeguati elaborati grafici "as built" rappresentativi delle opere effettivamente realizzate, ed i quelle preesistenti rispetto alle quali quelle in progetto costituiscono adeguamenti funzionale, in quote assolute sul livello del mare, riferito ad un caposaldo per il quale produrrà idonea monografia.
7. L'Appaltatore dovrà recapitare i rifiuti, prodotti o rinvenuti nell'area, in base alla loro tipologia, ad impianti di recupero o smaltimento autorizzati, adottando le corrette procedure ai sensi del D.Lgs 152/06 per:
 - a) la localizzazione nello specifico contesto territoriale degli impianti di recupero o smaltimento autorizzati, disponibili a ricevere il materiale alla data effettiva dell'appalto, ed a prescindere da quelle eventualmente individuate in sede progettuale;

- b) l'individuazione della responsabilità nella gestione dei rifiuti fin dalla fase della loro produzione;
- c) l'accumulo in deposito temporaneo;
- d) la caratterizzazione dei rifiuti in base alla classificazione CER e individuazione degli idonei impianti finali di smaltimento;
- e) la tracciabilità dei rifiuti.

Art. 54 - Norme per l'espletamento delle prestazioni e delle attività occorrenti per le occupazioni temporanee, le espropriazioni, e le servitù e per l'ottenimento di permessi, autorizzazioni, ecc.

1. Si applicano il D.P.R. 8 giugno 2001, n. 327, "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di espropriazione per pubblica utilità" e s.m.i. e la L.R. 19 dicembre 2002, n. 37 "Disposizioni regionali in materia di espropri" e s.m.i..
2. Per l'occupazione provvisoria delle ulteriori aree, rispetto a quelle comprese nei piani particolari di progetto, eventualmente occorrenti per l'esecuzione dei lavori, l'Impresa provvederà in nome proprio ed a propria cura e spese.
3. Le occupazioni temporanee delle aree saranno effettuate dall'Impresa in armonia con l'avanzamento dei lavori, cioè in modo da non dar luogo a sospensioni o ritardi pregiudizievoli al rispetto del programma di avanzamento dei lavori.

Art. 55 - Proprietà dei materiali di scavo e di demolizione

1. I materiali provenienti dalle escavazioni e dalle demolizioni sono di proprietà della Stazione appaltante.
2. In attuazione dell'articolo 36 del capitolato generale d'appalto i materiali provenienti dalle escavazioni non direttamente riutilizzati devono essere trasportati e regolarmente accatastati in discariche autorizzate, a cura e spese dell'appaltatore, intendendosi quest'ultimo compensato degli oneri di trasporto e di accatastamento con i corrispettivi contrattuali previsti per gli scavi.
3. Al rinvenimento di oggetti di valore, beni o frammenti o ogni altro elemento diverso dai materiali di scavo e di demolizione, o per i beni provenienti da demolizione ma aventi valore scientifico, storico, artistico, archeologico o simili, si applica l'articolo 35 del capitolato generale d'appalto.

Art. 56 - Custodia del cantiere

1. È a carico e a cura dell'appaltatore la custodia e la tutela del cantiere, di tutti i manufatti e dei materiali in esso esistenti, anche se di proprietà della stazione appaltante e ciò anche durante periodi di sospensione dei lavori e fino alla presa in consegna dell'opera da parte della stazione appaltante.

Art. 57 - Cartello di cantiere

1. L'appaltatore deve predisporre ed esporre in sito il cartello indicatore, con le dimensioni di almeno cm. 150 di base e 250 di altezza, recanti le descrizioni di cui alla Circolare del Ministero dei LL.PP. dell'1 giugno 1990, n. 1729/UL, e comunque sulla base di quanto indicato nella allegata tabella «C», curandone i necessari aggiornamenti periodici. In particolare devono essere contenute le informazioni indicate all'articolo 105, comma 15, del D.Lgs 50/2016 e s.m.i..

Art. 58 - Spese contrattuali, imposte, tasse

1. Sono a carico dell'appaltatore senza diritto di rivalsa:
 - a) le spese contrattuali;
 - b) le tasse e gli altri oneri per l'ottenimento di tutte le licenze tecniche occorrenti per l'esecuzione dei lavori e la messa in funzione degli impianti;
 - c) le tasse e gli altri oneri dovuti ad enti territoriali (occupazione temporanea di suolo pubblico, passi carrabili, permessi di scarico, canoni di conferimento a discarica ecc.) direttamente o indirettamente connessi alla gestione del cantiere e all'esecuzione dei lavori;
 - d) le spese, le imposte, i diritti di segreteria e le tasse relativi al perfezionamento e alla registrazione del contratto.
2. Sono altresì a carico dell'appaltatore tutte le spese di bollo per gli atti occorrenti per la gestione del lavoro, dalla consegna alla data di emissione del certificato di collaudo.
3. Qualora, per atti aggiuntivi o risultanze contabili finali determinanti aggiornamenti o conguagli delle somme per spese contrattuali, imposte e tasse di cui ai commi 1 e 2, le maggiori somme sono comunque a carico dell'appaltatore e trova applicazione l'articolo 8 del capitolato generale.
4. A carico dell'appaltatore restano inoltre le imposte e gli altri oneri, che, direttamente o indirettamente gravano sui lavori e sulle forniture oggetto dell'appalto.
5. Il presente contratto è soggetto all'imposta sul valore aggiunto (I.V.A.); l'I.V.A. è regolata dalla legge; tutti gli importi citati nel presente capitolato speciale d'appalto si intendono I.V.A. esclusa.

13. ALLEGATI

Tabella A

TABELLA «A»		CATEGORIA PREVALENTE E CATEGORIE SCORPORABILI E SUBAPPALTABILI DEI LAVORI (articoli 4 e 43, comma 1)			
	Lavori di	Categoria e allegato A D.P.R. n. 207 del 2010		Euro ed incidenza in %	Incidenza % manodopera
1	Adeguamento funzionale dell'arginatura maestra di Po in comune di Boretto (RE) per il contrasto dei fenomeni di filtrazione	Prevalente	OS 21	€ 926'300.17 (*) (100,00%)	14.139%
Ai sensi dell'articolo 105, comma 5, del D.Lgs. 50/2016 e s.m.i., i lavori sopra descritti, appartenenti alla categoria prevalente, sono subappaltabili nella misura massima del 30% ad imprese in possesso dei requisiti necessari.					
TOTALE COMPLESSIVO DEI LAVORI A CORPO				€ 926'300.17 (*) (100,00%)	14.139%

(*) di cui € 35'031.29 di oneri per la sicurezza non soggetti a ribasso

Tabella B

TABELLA «B»		GRUPPI DI CATEGORIE OMOGENEE AI FINI DELLA CONTABILITÀ (Art. 43, comma 6, del D.P.R. 207/2010)	
N.	DESCRIZIONE	Importo	Aliquota percentuale
1	ATTIVITA' PRELIMINARI E CANTIERIZZAZIONE	34'269.73 €	3.700 %
2	MONITORAGGI	5'606.40 €	0.605 %
3	ATTIVITA' PROPEDEUTICHE ALLA REALIZZAZIONE DEI DIAFRAMMI	8'207.25 €	0.886 %
4	REALIZZAZIONE DI DIAFRAMMI	837'158.52 €	90.377 %
5	RIPRISTINI	6'026.98 €	0.650 %
6	COSTI SICUREZZA (SPECIALI)	35'031.29 €	3.782 %
	TOTALE DELL'INTERVENTO	926'300.17 €	100,00 %

Tabella C

TABELLA «C»	CARTELLO DI CANTIERE articolo 57
-------------	---

Ente appaltante: STAZIONE APPALTANTE DI _____	
ASSESSORATO A _____	Ufficio competente: _____
UFFICIO TECNICO	
LAVORI DI _____	
Progetto esecutivo approvato con deliberazione della Giunta Comunale n. ____ del ____	
Progetto esecutivo:	
Direzione dei lavori:	
Progetto esecutivo e direzione lavori opere in _____	Progetto esecutivo e direzione lavori impianti _____
Coordinatore per la progettazione: _____ Coordinatore per l'esecuzione: _____	
Durata stimata in uomini x giorni: _____	Notifica preliminare in data: _____
Responsabile unico dell'intervento: _____	
IMPORTO DEL PROGETTO:	Euro _____
IMPORTO LAVORI A BASE D'ASTA:	Euro _____
ONERI PER LA SICUREZZA:	Euro _____
IMPORTO DEL CONTRATTO:	Euro _____
Gara in data _____, offerta di Euro _____ pari al ribasso del ____ %	
Impresa esecutrice: _____	
con sede _____	
Qualificata per i lavori dell_ categori_:	
	_____, classifica _____)
	_____, classifica _____)
	_____, classifica _____)
Direttore tecnico del cantiere: _____	

subappaltatori:	per i lavori di		Importo lavori subappaltati In Euro
	Catego-	descrizione	

Intervento finanziato con fondi del Comune (ovvero)
 Intervento finanziato con mutuo della Cassa depositi e prestiti con i fondi del risparmio postale

inizio dei lavori _____ con fine lavori prevista per il _____
Prorogato il _____ con fine lavori prevista per il _____
Ulteriori informazioni sull'opera possono essere assunte presso l'ufficio tecnico comunale
telefono: _____ fax: _____ http: // www . _____ .it E-mail: _____ @ _____ .it

CAPO II°

SPECIFICHE TECNICHE

INDICE

1. PREMESSA	5
2. NORME GENERALI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI	6
2.1 GENERALITÀ	6
2.2 ORDINE DA TENERSI NELL'AVANZAMENTO LAVORI	6
2.3 LAVORI ESEGUITI AD INIZIATIVA DELL'IMPRESA	7
2.4 PREPARAZIONE DELL'AREA DI CANTIERE E DEI LAVORI	7
2.5 TRACCIAMENTI	8
3. CARATTERISTICHE DEI VARI MATERIALI.....	9
3.1 GENERALITÀ	9
3.2 ACQUA	10
3.3 LEGANTI IDRAULICI.....	10
3.4 GHIAIA, GHIAIETTO, PIETRISCHI, SABBIA PER OPERE MURARIE	19
3.5 MATERIALI FERROSI E METALLI VARI	19
3.6 LEGNAME.....	20
3.7 GEOTESSILI IN TESSUTO NON TESSUTO.....	21
4. PREPARAZIONE AREE DI LAVORO	23
4.1 GENERALITÀ	23
4.2 DECESPUGLIAMENTO DI SCARPATE FLUVIALI	23
4.3 SFALCIO E DECESPUGLIAMENTO DI RILEVATI ARGINALI.....	23
4.4 BONIFICA DA ORDIGNI BELLCI INESPLOSI (BOB).....	24
5. SCAVI E DEMOLIZIONI.....	25
5.1 GENERALITÀ	25
5.2 PROGRAMMA DI SCAVO	26
5.3 VARIAZIONI DELLE LINEE DI SCAVO	26
5.4 CLASSIFICAZIONE DEGLI SCAVI.....	26
5.5 TIPI DI SCAVI	27
5.6 MATERIALE SCAVATO E DISCARICHE	29
5.7 SMOTTAMENTI	29
5.8 ARMATURE DI SOSTEGNO DEGLI SCAVI E STRUTTURE ESISTENTI.....	30
5.9 ABBASSAMENTO DELLA FALDA CON SISTEMA TIPO WELLPOINTS	31
5.10 INTERFERENZE CON ALTRI SERVIZI	32

5.11	DEMOLIZIONI	33
6.	REINTERRI E RILEVATI	35
6.1	GENERALITÀ	35
6.2	OPERAZIONI DI BONIFICA	36
6.3	FORMAZIONE DEI RILEVATI ARGINALI	37
6.3.1	<i>Generalità</i>	37
6.3.2	<i>Caratteristiche dei materiali</i>	38
6.3.3	<i>Modalità esecutive</i>	38
6.3.4	<i>Prove di accettazione e controllo</i>	39
6.3.5	<i>Fuso granulometrico ammissibile in relazione alla miscelazione dei materiali di scavo</i>	40
6.4	REINTERRI	42
7.	CALCESTRUZZI	44
7.1	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI I CONGLOMERATI CEMENTIZI	44
7.1.1	<i>Cemento</i>	44
7.1.2	<i>Inerti</i>	45
7.1.3	<i>Acqua di impasto</i>	48
7.1.4	<i>Additivi e disarmanti</i>	49
7.1.5	<i>Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti</i>	49
7.1.6	<i>Additivi ritardanti e acceleranti</i>	50
7.1.7	<i>Additivi antigelo</i>	50
7.1.8	<i>Silice ad alta superficie specifica (silicafume)</i>	51
7.2	QUALIFICA PRELIMINARE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI	53
7.2.1	<i>Prove in fase di qualifica dei conglomerati cementizi</i>	55
7.2.2	<i>Inerti</i>	59
7.2.3	<i>Resistenza dei conglomerati cementizi</i>	59
7.2.4	<i>Controllo della lavorabilità</i>	63
7.2.5	<i>Controllo del rapporto acqua/cemento</i>	64
7.2.6	<i>Controllo dell'omogeneità del conglomerato cementizio</i>	64
7.2.7	<i>Controllo del contenuto di aria</i>	65
7.2.8	<i>Controllo del contenuto, del tipo e della classe di cemento</i>	65
7.2.9	<i>Controllo della R_{CKJ}</i>	65
7.2.10	<i>Controllo della peso di volume</i>	66
7.3	TECNOLOGIA ESECUTIVA DELLE OPERE	66
7.3.1	<i>Confezione dei conglomerati cementizi</i>	66
7.3.2	<i>Trasporto</i>	68
7.3.3	<i>Posa in opera</i>	69
7.3.4	<i>Tolleranze geometriche</i>	72

7.3.5	Riprese di getto	73
7.3.6	Posa in opera in climi freddi	73
7.3.7	Posa in opera in climi caldi	74
7.3.8	Stagionatura e disarmo	74
7.3.9	Maturazione accelerata con trattamenti termici	76
7.3.10	Disarmo	76
7.3.11	Protezione dopo la scasseratura	77
7.3.12	Giunti di discontinuità nelle strutture in conglomerato cementizio	77
8.	PAVIMENTAZIONI STRADALI	80
8.1	GENERALITÀ	80
8.2	FONDAZIONI IN MISTO GRANULARE	81
8.2.1	Generalità	81
8.2.2	Caratteristiche dei materiali	81
8.2.3	Modalità esecutive	83
8.2.4	Prove di accettazione e controlli	84
8.3	STRATI DI BASE	84
8.3.1	Generalità	84
8.3.2	Caratteristiche dei materiali	84
8.3.3	Modalità esecutive	87
8.3.4	Prove di accettazione e controllo	90
8.4	STRATI DI COLLEGAMENTO E DI USURA	91
8.4.1	Generalità	91
8.4.2	Caratteristiche dei materiali	92
8.4.3	Modalità esecutive	96
8.4.4	Prove di accettazione e controllo	96
9.	OPERE A VERDE	97
9.1	GENERALITÀ	97
9.2	GARANZIA D'ATTECCIMENTO	97
9.3	PREPARAZIONE DEL TERRENO E SEMINA DEGLI ARGINI	97
9.3.1	Caratteristiche del terreno vegetale	97
9.3.2	Modalità esecutive	98
9.3.3	Caratteristiche delle sementi	101
9.3.4	Modalità esecutive della semina	101
9.3.5	Prove di accettazione e controllo	105
9.4	REALIZZAZIONE OPERE A VERDE IN AREE PIANE E RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE	106
9.4.1	Preparazione del letto di semina e delle aree da piantumare	106
9.4.2	Concimazione di fondo e localizzata	106
9.4.3	Caratteristiche del materiale vegetale	107

9.4.4	Periodo di semina e messa a dimora	109
9.4.5	Tracciamento e picchettamento.....	110
9.4.6	Apertura buche.....	110
9.4.7	Messa a dimora delle piante.....	111
9.4.8	Pali tutori	112
9.4.9	Protezioni per i danni da animali.....	113
9.4.10	Biodischi o pacciamatura.....	113
9.4.11	Pulizia delle aree di intervento.....	113
9.4.12	Collaudo	114
10.	FONDAZIONI SPECIALI.....	115
10.1	TRATTAMENTI COLONNARI DI TERRA STABILIZZATA JET-GROUTING.....	115
10.1.1	Generalità	115
10.1.2	Prescrizioni tecniche particolari	117
10.1.3	Materiali.....	121
10.1.4	Modalità esecutive.....	126
10.1.5	Controlli di qualità.....	136
11.	PIEZOMETRI.....	151
11.1	PIEZOMETRI A TUBO APERTO	151
11.2	PIEZOMETRI TIPO CASAGRANDE.....	151
11.3	MISURATORI ELETTRICI E DATALOGGER	152
11.4	PROVE DI ACCETTAZIONE E CONTROLLO	152

1. PREMESSA

Con Determina n. 812 del 31.08.2018, l'Agenzia Interregionale per il fiume Po ha aggiudicato definitivamente allo scrivente RTP "Majone&Partners S.r.l. (mandataria), Engeo S.r.l., Studio Majone Ingegneri Associati, Ing. Giulia Mainardi (mandanti)" l'incarico per la progettazione di fattibilità tecnica ed economica, definitiva nonché di progettazione esecutiva di un primo lotto di interventi finanziati dei *"Lavori di adeguamento funzionale dell'arginatura maestra di Po in comune di Boretto (RE) per il contrasto dei fenomeni di filtrazione"*.

Il progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica è stato redatto dallo scrivente RTP a Novembre 2018 e trasmesso ad AIPO con nota n. 302 DC/np del 21 Novembre 2018.

Il presente documento rappresenta, nell'ambito della progettazione Definitiva prevista dall'art. 23 del D.Lgs. 50/2016, il *"Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici"* redatto, ai sensi dell'art. 30 del D.P.R. 207/2010, con lo scopo di fornire: *"sulla base delle specifiche tecniche, tutti i contenuti prestazionali tecnici degli elementi previsti nel progetto. Il disciplinare contiene, inoltre, la descrizione, anche sotto il profilo estetico, delle caratteristiche, della forma e delle principali dimensioni dell'intervento, dei materiali e di componenti previsti nel progetto."*

2. NORME GENERALI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

2.1 Generalità

L'Impresa è tenuta alla scrupolosa osservanza delle norme contenute nel presente Disciplinare e di quanto altro prescritto nei documenti di progetto.

Nell'esecuzione dei lavori l'Impresa è altresì obbligata ad osservare ed a far osservare dal proprio personale tutte le norme antinfortunistiche e sulla sicurezza del lavoro vigenti all'epoca dell'appalto, nonché quelle specificatamente indicate nei piani di sicurezza di cui al D.Lgs 81/2008 e s.m.i.

L'Impresa è diretta ed unica responsabile di ogni conseguenza negativa, sia civile che penale, derivante dalla inosservanza o dalla imperfetta osservanza delle norme di cui ai precedenti commi.

All'atto della consegna dei lavori l'Appaltatore procederà in contraddittorio con l'Ufficio di D.L. al tracciamento con metodi topografici di sezioni trasversali e/o profili longitudinali, dei limiti degli scavi e dei rilevati e di tutte le opere d'arte previste in base ai disegni di progetto ed ai capisaldi e riferimenti che verranno indicati dall'Ufficio di D.L..

2.2 Ordine da tenersi nell'avanzamento lavori

L'Impresa ha la facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più opportuno per darli perfettamente compiuti nel termine stabilito dal programma esecutivo dei lavori e nel termine contrattuale, purché esso, a giudizio dell'Ufficio di D.L., non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere ed agli interessi dell'Amministrazione.

Tuttavia, l'Amministrazione ha diritto di prescrivere l'esecuzione ed il compimento di determinati lavori entro un ragionevole termine, anche in difformità rispetto alle indicazioni del citato programma, specialmente in relazione ad esigenze di ordine od interesse pubblico, senza che l'Impresa possa rifiutarvisi ed avanzare pretese di particolari compensi.

L'Impresa dovrà provvedere, durante l'esecuzione dei lavori, a mantenere pulite le aree di lavoro, di manovra, di passaggio, o di deposito temporaneo; è altresì obbligata, al termine dei lavori, a riportarle nelle condizioni che le caratterizzavano prima dell'inizio dei lavori. Tali oneri sono inglobati nei prezzi di elenco.

2.3 *Lavori eseguiti ad iniziativa dell'impresa*

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

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

2.4 *Preparazione dell'area di cantiere e dei lavori*

Prima che abbia luogo la consegna dei lavori, l'Impresa dovrà provvedere a sgombrare la zona, dove essi dovranno svolgersi, dalla vegetazione boschiva ed arbustiva eventualmente esistente e procedere alla demolizione parziale o totale di quelle costruzioni e manufatti che verranno indicati dall'Ufficio di D.L.. Sono compresi nei prezzi di elenco gli oneri per la formazione del cantiere e per l'esecuzione di tutte le opere a tal fine occorrenti, compresi gli interventi necessari per l'accesso al cantiere, per la sua recinzione e protezione e quelli necessari per mantenere la continuità delle comunicazioni, degli scolli, delle canalizzazioni e delle linee telefoniche, elettriche e del gas esistenti.

Restano a carico dell'Impresa gli oneri per il reperimento e per le indennità relativi alle aree di stoccaggio e deposito temporaneo e/o definitivo delle attrezzature di cantiere, dei materiali e delle apparecchiature di fornitura e dei materiali di risulta.

2.5 Tracciamenti

Prima di porre mano ai lavori di sterro o riporto, l'impresa è obbligata ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, intendendosi che essa riceverà in consegna dalla D.L. i capisaldi altimetrici e i vertici principali; l'impresa procederà poi, in contraddittorio con la D.L. al rilievo di prima pianta del profilo e delle sezioni trasversali. A suo tempo, l'impresa dovrà pure stabilire, nelle tratte che indicherà la D.L., le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate dei rilevati e quelle degli sterri (quando queste ultime risultino determinate in base alle pendenze che verranno stabilite secondo la natura del terreno), curandone poi la conservazione e rimettendo quelle manomesse durante la esecuzione dei lavori.

Qualora ai lavori in terra siano connesse opere murarie, l'Appaltatore dovrà procedere al tracciamento di queste ultime secondo i piani che gli verranno consegnati, con l'obbligo della conservazione dei picchetti ed eventualmente delle modine, come per i lavori in terra.

Per quanto riguarda i capisaldi di livellazione, l'Appaltatore dovrà far riferimento a quelli posti in sito, a suo tempo, dall'Ente Appaltante.

Inoltre, **prima dell'inizio dei lavori l'Impresa appaltatrice dovrà contattare tutti gli Enti proprietari delle eventuali infrastrutture interferenti (aeree e/o interrate) per richiedere il picchettamento diretto in campagna, al fine di acquisire la reale posizione planimetrica e la profondità di condotte e cavidotti presenti lungo il tracciato.**

3. CARATTERISTICHE DEI VARI MATERIALI

3.1 Generalità

I materiali occorrenti per la costruzione delle opere d'arte proverranno da quelle località che l'impresa riterrà di sua convenienza, purché ad insindacabile giudizio della D.L. siano riconosciuti della migliore qualità della specie e rispondano ai requisiti appresso indicati. Se la D.L. rifiuterà qualsiasi provvista, perché ritenuta a suo giudizio insindacabile non idonea ai lavori, l'impresa dovrà sostituirla con altra che risponda ai requisiti voluti ed i materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dalla sede di lavoro o dai cantieri.

Salvo speciali prescrizioni, tutti i materiali occorrenti per i lavori di che trattasi dovranno provenire da cave, fabbriche, stabilimenti, depositi, ecc. scelti ad esclusiva cura dell'impresa la quale non potrà quindi accampare alcuna eccezione qualora, in corso di coltivazione delle cave o di esercizio delle fabbriche, degli stabilimenti, ecc. i materiali non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti (ovvero venissero a mancare) ed essa fosse obbligata a ricorrere ad altre cave in località diverse od a diverse provenienze; intendendosi che, anche in tali casi, resteranno invariati i prezzi unitari stabiliti in elenco, come pure tutte le prescrizioni che si riferiscono alla qualità e dimensioni dei singoli materiali.

Il materiale utilizzabile proveniente dalle demolizioni, dai tagli e dagli scavi di ogni specie che residuerà dopo aver provveduto al riempimento degli scavi ed alla formazione dei rilevati, nonché alla formazione e sistemazione o risanamento del piano viabile o del piano di posa del sottofondo o della massicciata di pietrisco in conformità alle prescrizioni che saranno impartite in corso d'opera dalla D.L., potrà essere impiegato dall'impresa, sempre che esso sia riconosciuto idoneo dalla D.L..

Esso verrà perciò ceduto all'impresa nel quantitativo utilizzabile per i lavori stessi, salvo quanto sopra, senza alcun pagamento, essendosi già tenuto conto nei singoli prezzi di tale possibilità d'impiego.

3.2 **Acqua**

L'acqua dovrà essere dolce, limpida, scevra da materiale terroso ed esente da tracce di cloruri o solfati, sostanze organiche (quali oli minerali) che possano compromettere la presa e l'indurimento del calcestruzzo o diminuire le caratteristiche di resistenza, impermeabilità e durabilità, ovvero la conservazione dell'acciaio di armatura. La torbidità dell'acqua non dovrà superare 2.000 parti per milione e la concentrazione di SO_4 sarà inferiore a 0,5 %.

3.3 **Leganti idraulici**

Le calce idrauliche si dividono in:

- calce idraulica in zolle: prodotto della cottura di calcari argillosi di natura tale che il prodotto cotto risulti di facile spegnimento;
- calce idraulica;
- calce eminentemente idraulica naturale o artificiale in polvere: b) e c) sono prodotti ottenuti con la cottura di marne naturali oppure di mescolanze intime ed omogenee di calcare e di materie argillose, e successivi spegnimento, macinazione e stagionatura;
- calce idraulica artificiale pozzolanica: miscela omogenea ottenuta dalla macinazione di pozzolana e calce aerea idratata;
- calce idraulica siderurgica: miscela omogenea ottenuta dalla macinazione di loppa basica di alto forno granulata e di calce aerea idratata.

Per le calce idrauliche devono essere soddisfatte le seguenti limitazioni:

CALCI IDRAULICHE	Perdita al fuoco	Contenuto in MgO	Contenuto in carbonati	Rapporto di costituzione	Contenuto in Mno	Residuo insolubile
Calce idraulica naturale in zolle	10%	5 %	10 %			
Calce idraulica naturale o artificiale in polvere		5 %	10 %			
Calce eminentemente idraulica naturale o artificiale in polvere		5 %	10 %			
Calce idraulica artificiale pozzolanica in polvere		5 %	10 %	1,5 %		
Calce idraulica artificiale siderurgica in polvere	5 %	5 %			5 %	2,5 %

Devono inoltre essere soddisfatti i seguenti requisiti fisico-meccanici:

CALCI IDRAULICHE IN POLVERE	Resistenze meccaniche su malta normale battuta 1:3 tolleranza del 10 %		Prova di stabilità del volume
	Resistenza a trazione dopo 28 giorni di stagionatura	Resistenza a compressione dopo 28 giorni di stagionatura	
Calce idraulica naturale o artificiale in polvere	5 kg/cm ²	10 kg/cm ²	Sì
Calce eminentemente idraulica naturale o artificiale	10 kg/cm ²	100 kg/cm ²	Sì
Calce idraulica artificiale pozzolanica	10 kg/cm ²	100 kg/cm ²	Sì
Calce idraulica artificiale siderurgica	10 kg/cm ²	100 kg/cm ²	Sì

È ammesso un contenuto di MgO superiore ai limiti, purché rispondano alla prova di espansione in autoclave. Tutte le calce idrauliche in polvere devono:

- 1) lasciare sul setaccio da 900 maglie/cm² un residuo percentuale in peso inferiore al 2 % e sul setaccio da 4900 maglie/cm² un residuo inferiore al 20 %;
- 2) iniziare la presa fra le 2 e le 6 ore dal principio dell'impasto e averla già compiuta dalle 8 alle 48 ore del medesimo;
- 3) essere di composizione omogenea, costante, e di buona stagionatura.

Dall'inizio dell'impasto i tempi di presa devono essere i seguenti:

- inizio presa: non prima di un'ora;
- termine presa: non dopo 48 ore.

I cementi da impiegare in qualsiasi lavoro dovranno rispondere, per composizione, finezza di macinazione, qualità, presa, resistenza ed altro, alle norme di accettazione di cui alla Legge 26 maggio 1965 n. 595 ed al D.M. 31 agosto 1972, e successive modifiche ed integrazioni.

Per quanto riguarda composizione, specificazione e criteri di conformità per i cementi comuni, si farà riferimento a quanto previsto dal D.M. 19 settembre 1993 che recepisce le norme unificate europee con le norme UNI ENV 197/1, nonché ai successivi aggiornamenti della norma UNI EN 197-1: 2001 "Cemento – Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni" ed UNI EN 197-2: 2001 "Cemento – Valutazione della conformità".

Ai sensi della legge 26 maggio 1965 n. 595, e successive modifiche, i cementi si dividono in:

A. - Cementi:

a) Cemento portland: prodotto ottenuto per macinazioni di clinker (consistente essenzialmente da silicati di calcio), con aggiunta di gesso o anidrite dosata nella quantità necessaria per regolarizzare il processo di idratazione;

b) Cemento pozzolanico: miscela omogenea ottenuta con la macinazione di clinker portland e di pozzolana o di altro materiale a comportamento pozzolanico, con la quantità di gesso o anidrite necessaria a regolarizzare il processo di idratazione;

c) Cemento d'alto forno: miscela omogenea ottenuta con la macinazione di clinker portland e di loppa basica granulata di alto forno, con la quantità di gesso o anidrite necessaria per regolarizzare il processo di idratazione.

B. - Cemento alluminoso: prodotto ottenuto con la macinazione di clinker costituito essenzialmente da alluminati idraulici di calcio.

C. - Cementi per sbarramenti di ritenuta: cementi normali, di cui alla lettera A, i quali abbiano i particolari valori minimi di resistenza alla compressione fissati con decreto ministeriale e la cui costruzione è soggetta al regolamento approvato con decreto del Presidente della Repubblica 1° novembre 1959, n. 1363.

D. - Agglomeranti cementizi

Per agglomeranti cementizi si intendono i leganti idraulici che presentano resistenze fisiche inferiori o requisiti chimici diversi da quelli che verranno stabiliti per i cementi normali. Essi si dividono in agglomerati cementizi:

1) a presa lenta;

2) a presa rapida.

Gli agglomerati cementizi in polvere non devono lasciare, sullo staccio formato con tela metallica unificata avente apertura di maglie 0,18 (0,18 UNI 2331), un residuo superiore al 2 %; i cementi normali ed alluminosi non devono lasciare un residuo superiore al 10 % sullo staccio formato con tela metallica unificata avente apertura di maglia 0,09 (0,09 UNI 2331).

In base all'art. 5 del R.D. n. 2229 del 16 novembre 1939 il cemento deve essere esclusivamente a lenta presa e rispondere ai requisiti di accettazione prescritti nel-

le norme per i leganti idraulici in vigore all'inizio della costruzione. Per lavori speciali il cemento può essere assoggettato a prove supplementari.

Il costruttore ha l'obbligo della buona conservazione del cemento che non debba impiegarsi immediatamente nei lavori, curando tra l'altro che i locali, nei quali esso viene depositato, siano asciutti e ben ventilati. L'impiego di cemento giacente da lungo tempo in cantiere deve essere autorizzato dal Direttore dei Lavori sotto la sua responsabilità.

L'art. 9 dello stesso decreto prescrive che la dosatura di cemento per getti armati deve essere non inferiore a 300 kg per m³ di miscuglio secco di materia inerte (sabbia e ghiaia o pietrisco); per il cemento alluminoso la dosatura minima può essere di 250 kg per m³.

In ogni caso occorre proporzionare la miscela di cemento e materie inerti in modo da ottenere la massima compattezza.

Il preventivo controllo si deve di regola eseguire con analisi granulometrica o con misura diretta dei vuoti mediante acqua o con prove preliminari su travetti o su cubi.

I cementi normali e per sbarramenti di ritenuta, utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere previamente controllati e certificati secondo procedure di cui al regolamento C.N.R. – I.C.I.T.E. del “Servizio di controllo e certificazione dei cementi”, allegato al decreto 9 marzo 1988 n. 126 (rapporto n. 720314/265 del 14 marzo 1972).

I cementi indicati nella legge 26 maggio 1965, n. 595, saggiati su malta normale, secondo le prescrizioni e le modalità indicate nel successivo art. 10, debbono avere i seguenti limiti minimi di resistenza meccanica, con tolleranza del 5 %:

CEMENTI NORMALI E AD ALTA RESISTENZA	Resistenza a flessione:				Resistenza a compressione				
	Dopo 24 ore kg/cm ²	Dopo 3 giorni kg/cm ²	Dopo 7 giorni kg/cm ²	Dopo 28 giorni kg/cm ²	Dopo 24 ore kg/cm ²	Dopo 3 giorni kg/cm ²	Dopo 7 giorni kg/cm ²	Dopo 28 giorni kg/cm ²	Dopo 90 giorni kg/cm ²
Normale	-	-	40	60	-	-	175	325	-
Ad alta resistenza	-	40	60	70	-	175	325	425	-

Ad alta resistenza e rapido indurimento	40	60	-	80	175	325	-	525	-
CEMENTO ALLUMINOSO	175	60	-	80	175	325	-	525	-
CEMENTI PER SBARRAMENTI DI RITENUTA	-	-	-	-	-	-	-	225	350

I cementi devono soddisfare i seguenti requisiti nei quali le quantità sono espresse percentualmente in peso:

CEMENTI NORMALI E AD ALTA RESISTENZA E CEMENTI PER SBARRAMENTI DI TENUTA		Perdita al fuoco	Residuo insolubile	SO ₃	MgO	Risultato positivo del saggio di pozzolanicità	Contenuto di zolfo da solfuri	Al ₂ O ₃
Portland	Normale	< 5	< 3	< 3,5	< 4	---	---	---
	Ad alta resistenza	< 5	< 3	< 4	< 4	---	---	---
	Ad alta resistenza e rapido indurimento	< 5	< 3	< 4	< 4	---	---	---
Pozzolatico	Normale	< 7	< 16	< 3,5	< 3 *	Sì	---	---
	Ad alta resistenza	< 7	< 16	< 4	< 3 *	Sì	---	---
	Ad alta resistenza e rapido indurimento	< 7	< 16	< 4	< 3 *	Sì	---	---
D'altoforno	Normale	< 5	< 3	< 3,5	< 7**	---	< 2	---
	Ad alta resistenza	< 5	< 3	< 4	< 7**	---	< 2	---
	Ad alta resistenza e rapido indurimento	< 5	< 3	< 4	< 7**	---	< 2	---
CEMENTO ALLUMINOSO	Normale	< 5	< 3	< 3	< 3	---	< 2	< 35
	Ad alta resistenza	< 5	< 3	< 3	< 3	---	< 2	< 35
	Ad alta resistenza e rapido indurimento	< 5	< 3	< 3	< 3	---	< 2	< 35
AGGLOMERATO CEMENTIZIO		---	---	< 3,5	< 4	---	---	---

[*] Solubile in HCl

[**] È ammesso per il cemento d'alto forno anche un contenuto di MgO superiore al 7 %, purché detto cemento risponda alla prova di indeformabilità in autoclave (v.

art. 4, comma 2). Il clinker di cemento portland impiegato deve naturalmente corrispondere come composizione a quella definita per il cemento Portland.

I cementi d'altoforno contenenti più del 7 % di MgO non debbono dare alla prova di espansione in autoclave una dilatazione superiore a 0,50 %.

Dall'inizio dell'impasto i tempi di presa debbono essere i seguenti:

TIPO	INIZIO PRESA	TERMINE PRESA
CEMENTI NORMALI E AD ALTA RESISTENZA	non prima di 30 minuti	non dopo 12 ore
CEMENTO ALLUMINOSO	non prima di 30 minuti	non dopo 10 ore
CEMENTI PER SBARRAMENTI DI RITENUTA	non prima di 45 minuti	non dopo 12 ore
AGGLOMERATI CEMENTIZI A LENTA PRESA	non prima di 45 minuti	non dopo 12 ore
AGGLOMERATI CEMENTIZI A RAPIDA PRESA	Almeno un minuto	al più 30 minuti

Il D.M. del 13 settembre 1993 fissa la corrispondenza tra le denominazioni dei cementi di cui alla norma UNI-ENV 197/1 e quelli indicati nelle norme italiane pre-vigenti.

ENV 197/1	Norme italiane (art. 2, legge n. 595/1965 e d.m. attuativi)
Cemento Portland (CEM I)	Cemento Portland
Cementi Portland composti (CEM II/A-S; CEM II/A-D; CEM II/A-P; CEM II/A-Q; CEM II/A-V; CEM II/A-W; CEM II/A-T; CEM II/A-L; CEM II/B-L; CEM II/A-M)	
Cemento d'altoforno (CEM III/A; CEM III/B; CEM III/C)	Cemento d'altoforno
Cemento Portland composito (CEM II/B-S)	
Cemento pozzolanico (CEM IV/A; CEM IV/B)	Cemento pozzolanico
Cemento Portland alla pozzolana (CEM II/B-P; CEM II/B-Q)	
Cemento Portland alle ceneri volanti (CEM II/B-V; CEM II/B-W)	
Cemento Portland allo scisto calcinato (CEM II/B-T)	
Cemento Portland composito (CEM II/B-M)	Cemento d'altoforno [*] Cemento pozzolanico [*] Cemento Portland [*]
Cemento composito (CEM V/A; CEM V/B)	Cemento d'altoforno [*] Cemento pozzolanico [*]

[] In funzione della composizione del cemento.*

Tali cementi devono riportare le indicazioni dei limiti minimi di resistenza a compressione a 28 giorni di cui all'art. 1 del D.M. 3 giugno 1968.

I cementi, gli agglomeranti cementizi e le calci idrauliche in polvere debbono essere forniti in una delle seguenti modalità:

- in sacchi sigillati;
- in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola che non possono essere aperti senza lacerazione;
- alla rinfusa.

Se i leganti idraulici sono forniti in sacchi sigillati essi dovranno essere del peso di 50 chilogrammi chiusi con legame munito di sigillo. Il sigillo deve portare impresso in modo indelebile il nome della Ditta fabbricante e del relativo stabilimento nonché la specie del legante.

Deve essere inoltre fissato al sacco, a mezzo del sigillo, un cartellino resistente sul quale saranno indicati con caratteri a stampa chiari e indelebili:

- la qualità del legante;
- lo stabilimento produttore;
- la quantità d'acqua per la malta normale;
- le resistenze minime a trazione e a compressione dopo 28 giorni di stagionatura dei provini.

Se i leganti sono forniti in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola che non possono essere aperti senza lacerazione, le indicazioni di cui sopra debbono essere stampate a grandi caratteri sugli imballaggi stessi.

I sacchi debbono essere in perfetto stato di conservazione; se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, la merce può essere rifiutata.

Se i leganti sono forniti alla rinfusa, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce.

Le calci idrauliche naturali, in zolle, quando non possono essere caricate per la spedizione subito dopo l'estrazione dai forni, debbono essere conservate in locali chiusi o in sili al riparo degli agenti atmosferici. Il trasporto in cantiere deve eseguirsi al riparo dalla pioggia o dall'umidità.

Le pozzolane saranno ricavate da strati depurati da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti: qualunque sia la provenienza dovranno rispon-

dere a tutti i requisiti prescritti dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2230 e successive modifiche ed integrazioni.

Agli effetti del suddetto decreto si intendono per pozzolane tutti quei materiali di origine vulcanica che impastati intimamente con calce danno malte capaci di far presa e di indurire anche sott'acqua e che presentano un residuo non superiore al 40 % ad un attacco acido basico. Si considerano materiali a comportamento pozzolanico tutti quelli che, pur non essendo di origine vulcanica, rispondono alle condizioni della precedente definizione.

Agli effetti delle presenti norme si dividono in pozzolane energiche e pozzolane di debole energia.

Le pozzolane ed i materiali a comportamento pozzolanico devono dar luogo alle seguenti resistenze con la tolleranza del 10 %.

	Resistenza a trazione (su malta normale) dopo 28 gg.:	Resistenza a pressione (su malta normale) dopo 28 gg.:	Composizione della malta normale
POZZOLANE ENERGICHE	5 kg/cm ²	25 kg/cm ²	- tre parti in peso del materiale da provare - una parte in peso di calce normale Dopo 7 giorni di stagionatura in ambiente umido non deve lasciare penetrare più di mm 7 l'ago di Vicat del peso di kg 1 lasciato cadere una sola volta dall'altezza di mm 30.
POZZOLANE DI DEBOLE ENERGIA	3 kg/cm ²	12 kg/cm ²	- tre parti in peso di pozzolana - una parte in peso di calce normale Dopo 7 giorni di stagionatura in ambiente umido non deve lasciare penetrare più di mm 10 l'ago di Vicat del peso di kg 1 lasciato cadere una sola volta dall'altezza di mm 30.

La pozzolana ed i materiali a comportamento pozzolanico devono essere scevri da sostanze eterogenee. La dimensione dei grani della pozzolana e dei materiali a comportamento pozzolanico non deve superare i 5 mm.

Il gesso dovrà essere di recente cottura, perfettamente asciutto, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo staccio di 56 maglie a centimetro quadrato, scevro da materie eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea. Il gesso dovrà essere conservato in locali coperti e ben riparati dall'umidità.

I gessi si dividono in:

TIPO	DUREZZA MASSIMA	RESISTENZA ALLA TRAZIONE (dopo tre giorni)	RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE (dopo tre giorni)
Gesso comune	60 % di acqua in volume	15 kg/cm ²	
Gesso da stucco	60 % di acqua in volume	20 kg/cm ²	40 kg/cm ²
Gesso da forma (scagliola)	70 % di acqua in volume	20 kg/cm ²	40 kg/cm ²

I cementi e gli agglomerati cementizi da usare in qualsiasi lavoro dovranno rispondere alle norme di accettazione di cui al D.M. 14.01.2008 e Circolare n°617 del 02.02.2009.

Essi dovranno essere conservati in magazzini coperti, su tavole di legno e riparati dall'umidità.

Gli inghisaggi potranno essere effettuati anche mediante malte cementizie premiscelate, reoplastiche a ritiro compensato (tipo EMACO).

Le predette miscele utilizzate devono rispettare le norme UNI 8993 e 8994 per i tipi superfluido, fluido e plastico; quest'ultime devono avere alto potere adesivo, alta resistenza meccanica ed essere impermeabili e durevoli.

Su richiesta della D.L., l'impresa dovrà fornire tutti i certificati che attestino la rispondenza dei materiali alle prescrizioni di progetto, rilasciati da un istituto di ricerca autorizzato a tale scopo. I sacchi in cui è confezionato il prodotto devono essere conservati in un luogo coperto e asciutto.

Prima della sua applicazione, il prodotto deve essere miscelato con cura all'interno della betoniera, insieme alla quantità d'acqua stabilita; per quanto concerne i tempi di lavorazione, bisogna prestare attenzione alle condizioni climatiche, dal momento che i tempi si riducono a temperature più elevate e si allungano a temperature più basse.

Una volta conclusosi il getto, tutte le parti esposte all'aria devono essere immediatamente protette dall'evaporazione e stagionate per almeno 24 ore mediante bagnatura e/o teli umidi.

3.4 Ghiaia, ghiaietto, pietrischi, sabbia per opere murarie

Le prescrizioni contenute nel presente paragrafo sono da impiegarsi nella formazione di conglomerati escluse le pavimentazioni, e dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dalle norme per il calcestruzzo preconfezionato.

Si precisa inoltre che i materiali dovranno provenire esclusivamente dalla frantumazione naturale ed artificiale delle seguenti rocce:

- di origine ignea: graniti, quarzi, gabri, basalti,
- di origine sedimentaria: calcari, quarziti, silici.

In particolare i calcari dovranno denunciare all'analisi chimica un residuo insoluto di origine argillosa inferiore al 2.0 %. Ferme restando le prescrizioni granulometriche, le pezzature massime dovranno sempre avere le dimensioni maggiori fra quelle previste come compatibili per la struttura a cui il conglomerato è destinato: di norma, però, non si dovrà superare il diametro massimo di:

- 5 cm se si tratti di lavori correnti di fondazione e di elevazione, muri di sostegno, piedritti e simili;
- di 4 cm se si tratta di getti per volti;
- di 3 cm se si tratta di conglomerati cementizi armati;
- di 2 cm se si tratta di cappe o di getti di limitato spessore (parapetti, cunette, copertine, ecc.).

Nella composizione delle malte con sabbie ordinarie si intenderanno quelle in cui i grani passano attraverso lo staccio avente fori circolari di due millimetri di diametro. Nella composizione delle malte da intonaco e raffinamenti di superfici, si intenderanno, invece, le sabbie costituite da granuli di diametro non superiore ad un millimetro per gli strati grezzi.

3.5 Materiali ferrosi e metalli vari

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da soffiature e da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucatura e simili.

Essi dovranno rispondere a tutte le norme di accettazione e di resistenza in vigore; inoltre l'impresa è sempre tenuta a presentare alla D.L. i certificati di provenienza e delle prove effettuate presso le ferriere o fonderie fornitrici. Ciò a prescindere dagli oneri relativi alle prove sui campioni da prelevarsi in cantiere in contraddittorio su richiesta della D.L., e secondo quanto prescritto dal D.M. 1 aprile 1983.

Sarà peraltro sempre in facoltà della D.L. compiere le prove tecnologiche, chimiche e meccaniche, le ispezioni in sito ed allo stabilimento di origine del materiale per accertare le qualità del medesimo. Verificandosi il caso che non si trovi corrispondenza alle caratteristiche previste e che il materiale presente evidenti difetti, la D.L. potrà rifiutare, a suo insindacabile giudizio, in tutto o in parte la partita fornita.

Ghisa

La ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e lo scalpello; di fattura grigia finemente granosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomarne la resistenza.

E' assolutamente vietato l'impiego di ghise fosforose.

Metalli vari

Il piombo, lo zinco, lo stagno, il rame e tutti gli altri metalli o leghe metalliche da impiegare nelle costruzioni devono essere delle migliori qualità, ben fusi o laminati a seconda della specie di lavori a cui sono destinati, e scevri da ogni impurità o difetto che ne vizi la forma, o ne alteri la resistenza o la durata.

3.6 Legname

I legnami da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni vigenti, saranno scelti fra le migliori qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati.

Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più dritte, affinché le fibre non riescano mozzate dalla sega e si ritirino nelle connessioni. I legnami rotondi o pali dovranno

no provenire dal vero tronco dell'albero e non dai rami, sufficientemente diritti in modo che la congiungente i centri delle due basi non debba uscire in alcun punto del palo; dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza; la differenza tra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare i 15 millesimi della lunghezza, né il quarto del maggiore dei 2 diametri.

Nei legnami grossolanamente squadrati ed a spigolo smussato, tutte le facce dovranno essere piane e senza scarniture, tollerandosene l'alburno e lo smusso in misura non maggiore di 1/6 del lato della sezione trasversale.

I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadrati a sega con le diverse facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, e con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno, né smussi di sorta.

3.7 Geotessili in tessuto non tessuto

I geotessili in tessuto non tessuto potranno essere usati con funzione di filtro per evitare il passaggio della componente fine del materiale esistente in posto, con funzione di drenaggio, o per migliorare le caratteristiche di portanza dei terreni di fondazione.

I geotessili andranno posati dove espressamente indicato dai disegni di progetto o dall'Ufficio di Direzione Lavori.

Caratteristiche dei materiali

Il geotessile sarà composto da fibre sintetiche in poliestere o in polipropilene, in filamenti continui, coesionate mediante agugliatura meccanica senza impiego di collanti o trattamenti termici, o aggiunta di componenti chimici.

I teli saranno forniti in rotoli di altezza non inferiore a 5,30 metri. In relazione alle esigenze esecutive ed alle caratteristiche del lavoro, verranno posti in opera geotessili di peso non inferiore a 300 g/mq e non superiore a 400 g/mq. In funzione del peso unitario, i geotessili in propilene dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

peso unitario	spessore a 2 kPa	resistenza a trazione	allungamento a rottura
(g/m ²)	(mm)	(kN/m)	(%)

≥ 300

≥ 1,2

≥ 60

≥ 40

≥ 400

≥ 1,5

≥ 70

≥ 40

Per l'avvolgimento di tubazioni di drenaggio potranno essere utilizzati tessuti non tessuti di peso unitario inferiore.

La superficie del geotessile dovrà essere rugosa ed in grado di garantire un buon angolo di attrito con il terreno. Il geotessile dovrà essere inalterabile a contatto con qualsiasi sostanza e agli agenti atmosferici, imputrescibile, inattaccabile dai microrganismi e dovrà avere ottima stabilità dimensionale.

Modalità esecutive

Il terreno di posa dovrà essere il più possibile pulito da oggetti appuntiti o sporgenti, come arbusti, rocce od altri materiali in grado di produrre lacerazioni.

I teli srotolati sul terreno verranno posti in opera mediante cucitura sul bordo fra telo e telo, o con sovrapposizione non inferiore a 30 cm. Il fissaggio sul piano di posa sarà effettuato in corrispondenza dei bordi longitudinali e trasversali con infissione di picchetti di legno della lunghezza di 1,50 metri, a distanza di 1 metro.

Per i tappeti da porre in opera in acqua, L'Impresa dovrà impiegare apposito mezzo natante e saranno a suo carico gli oneri per il materiale di zavoratura.

Prove di accettazione e controllo

L'Impresa, prima dell'inizio dei lavori, dovrà presentare all'Ufficio di Direzione Lavori i certificati rilasciati dal costruttore che attestino i quantitativi acquistati dall'Impresa e la rispondenza del materiale ai requisiti sopra indicati ed alle prescrizioni progettuali. Prima dell'esecuzione dei lavori l'Ufficio di Direzione Lavori verificherà comunque la rispondenza del materiale ai requisiti prescritti, prelevando dei campioni di materiale in quantità tale da poter effettuare almeno una serie di prove di controllo ogni 1000 metri quadrati di telo da posare e almeno una per quantità globale inferiore. Se i risultati delle prove di laboratorio non rispetteranno i limiti prescritti, il materiale cui la prova si riferisce verrà scartato.

Di tutte le operazioni di controllo, di prelievo e di verifica verranno redatti appositi verbali firmati in contraddittorio con l'Impresa; in mancanza di tali verbali, l'opera non potrà essere collaudata.

4. PREPARAZIONE AREE DI LAVORO

4.1 Generalità

I lavori descritti in questo capitolo riguardano le necessarie operazioni di preparazione delle aree di lavoro tramite interventi di decespugliamento, disboscamento e riprofilatura delle sponde.

I lavori andranno eseguiti nei tratti e secondo le indicazioni riportate nei disegni di progetto o in base alle prescrizioni date di volta in volta dall'Ufficio di Direzione Lavori. L'Impresa dovrà assolutamente evitare che il materiale rimosso dalle sponde o dagli argini cada in acqua e venga allontanato dalla corrente.

4.2 Decespugliamento di scarpate fluviali

I lavori di decespugliamento andranno prevalentemente eseguiti con mezzo meccanico, cingolato o gommato, dotato di braccio adeguato alle lavorazioni richieste ed opportunamente munito di apparato falciante conforme alle vigenti disposizioni di legge, l'intervento sarà completato a mano.

Dovranno essere completamente eliminati i cespugli, i rampicanti, gli arbusti e gli alberelli il cui tronco abbia diametro inferiore a 15 cm, se necessario con due passate in senso opposto della ruspa, oppure con una sola passata e con la presenza di un manovale incaricato di tagliare le piante piegate dalla ruspa.

La sterpaglia rimossa andrà poi ripulita dal terriccio, allontanata dall'area di lavoro e bruciata o portata a rifiuto.

Terminate le operazioni di decespugliamento, il terreno andrà opportunamente regolarizzato.

4.3 Sfalcio e decespugliamento di rilevati arginali

Le operazioni di taglio e rimozione di rovi, arbusti e vegetazione infestante lungo i rilevati arginali dovranno essere eseguite nei tratti indicati in progetto o dall'Ufficio di Direzione Lavori.

I lavori andranno prevalentemente eseguiti con mezzo meccanico, cingolato o gommato, dotato di braccio adeguato alle lavorazioni richieste ed opportunamente munito di apparato falciante conforme alle vigenti disposizioni di legge, l'intervento sarà completato a mano.

La sterpaglia rimossa andrà poi ripulita dal terriccio, allontanata dall'area di lavoro e bruciata o portata a rifiuto. L'Impresa dovrà anche raccogliere e trasportare a discarica eventuali rifiuti solidi rinvenuti nell'area di intervento.

Se previsto in progetto o prescritto dall'Ufficio di Direzione Lavori, terminate le operazioni di decespugliamento,

4.4 Bonifica da ordigni bellici inesplosi (BOB)

La bonifica ordigni bellici viene effettuata in tre distinte fasi:

- bonifica di superficie compiuta mediante apparati rilevatori con garanzia di un metro dal piano campagna, sull'intera superficie prevista da elaborati di progetto da delimitarsi mediante tesate in corda da sponda a sponda, adeguatamente assicurate alle sponde stesse mediante pali di materiale e lunghezza idonea.
- La seconda fase consiste nella bonifica di profondità, realizzata mediante trivellazioni spinte a 3 metri, inserimento di aste diamagnetiche e successivo inserimento della strumentazione in grado pertanto di dare garanzia fino a 4 metri complessivi dal piano campagna. Le trivellazioni vengono effettuate mediante attrezzatura montata su escavatore in manovra sulla sponda e/o sull'argine in avanzamento via via che l'area sottostante viene bonificata: lo schema planimetrico prevede la realizzazione delle perforazioni secondo una maglia con punti ad interasse di 2.80 m, in grado di rispettare il raggio di efficacia degli apparati rilevatori (2.00 metri).
- In corrispondenza dei punti segnalati, si procederà ad accertamento con scavo ed avvicinamento a mano.

5. SCAVI E DEMOLIZIONI

5.1 Generalità

L'impresa eseguirà tutti gli scavi necessari alla realizzazione delle opere, sia a mano sia a macchina, tanto all'asciutto quanto in presenza d'acqua. Gli scavi saranno eseguiti in larghezza e profondità secondo quanto indicato nei disegni esecutivi o richiesto dalla D.L..

Eventuali scavi eseguiti dall'impresa per comodità di lavoro od altri motivi, senza autorizzazione scritta della D.L., non saranno contabilizzati agli effetti del pagamento.

Gli scavi dovranno essere condotti in modo da non sconnettere e danneggiare il materiale d'imposta.

L'impresa prenderà 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. La stessa dovrà, inoltre, provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi negli scavi.

L'impresa dovrà rimuovere dalle pareti e dal fondo degli scavi tutti i frammenti di roccia che fossero instabili e pulire con acqua ed aria compressa tutte le superfici. In ogni caso, l'impresa 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'impresa indipendentemente dal tempo che trascorrerà fra l'apertura degli scavi ed il loro rinterro, che potrà essere effettuato solo dopo l'autorizzazione della D.L., e con le modalità da questa eventualmente prescritte in aggiunta od in variante a quanto indicato in queste specifiche.

5.2 Programma di scavo

Un mese prima dell'esecuzione degli scavi, l'impresa dovrà presentare alla D.L. una relazione dettagliata in cui indicherà i mezzi e le modalità di esecuzione dei lavori, nonché il programma dettagliato delle opere con gli avanzamenti previsti mese per mese. Nell'esecuzione l'impresa dovrà attenersi a tale programma, previamente approvato dalla D.L..

Sarà facoltà della D.L. disporre variazioni a tale programma, prima dell'inizio dei lavori o nel corso di essi.

Resta in ogni caso stabilito che il sistema adottato, ed in special modo la successione delle varie fasi di lavoro, dovrà essere rispondente alle migliori norme di esecuzione per i lavori del genere, in relazione alle caratteristiche dei terreni da attraversare e al tempo stabilito per l'ultimazione di tutte le opere connesse.

5.3 Variazioni delle linee di scavo

Le variazioni nella quantità e profondità degli scavi non potranno giustificare richieste di compensi da parte dell'impresa, al di fuori di quanto risultante dall'applicazione dei prezzi di contratto.

La quota definita di fondazione delle opere verrà stabilita d'accordo con la D.L., in base alle effettive condizioni naturali riscontrate all'atto dello scavo; pertanto i piani di imposta segnati sui disegni hanno valore puramente indicativo.

Non si potrà procedere all'esecuzione del getto di calcestruzzo per le fondazioni se prima la superficie di scavo non sia stata ispezionata ed approvata dalla D.L., pena la demolizione del già fatto.

L'impresa, inoltre, dovrà provvedere a sua cura e spese, al riempimento dei vani rimasti al di fuori delle linee indicate con materiali che saranno specificati dalla D.L. di caso in caso.

5.4 Classificazione degli scavi

Gli scavi saranno classificati come più sotto indicato:

- Scavo in roccia: si considera "roccia" un blocco di materiale con volume maggiore di $0,75 \text{ m}^3$ e di resistenze e struttura tale da non poter essere rimosso e demolito senza l'uso di esplosivi o di martelli demolitori e che conserva la sua compattezza ed una elevata resistenza meccanica anche dopo una prolungata esposizione all'azione dell'acqua e di altri agenti atmosferici.
- Scavo di terreno sciolto di qualsiasi natura: si considera terreno sciolto qualsiasi materiale che non sia la roccia sopra indicata. Rientrano in questa categoria di scavi anche i pezzi isolati di roccia inferiori a $0,75 \text{ m}^3$.
- Scavo in acqua: si considera scavo in acqua quello eseguito oltre 20 cm al di sotto del livello di equilibrio delle acque sotterranee entro lo scavo.

L'esaurimento dell'acqua verrà disposto mediante ordine scritto dalla D.L. e l'impresa ha l'obbligo di provvedervi adeguatamente, a propria cura e spese, con mezzi meccanici idonei e corrispondenti all'entità richiesta e con il personale e le scorte necessarie anche per il funzionamento continuativo nelle 24 ore, ed a mantenere il prosciugamento per tutto il tempo necessario al completamento del lavoro.

Gli scavi soggetti alle acque dovranno procedere da valle a monte, con il fondo ben livellato e con regolare canaletto sul fondo che conduca le acque al loro esito naturale od ai pozzetti delle pompe.

5.5 Tipi di scavi

- Scavi di sbancamento: per scavo di sbancamento s'intende in genere qualsiasi scavo a sezione aperta realizzato in vasta superficie, che permetta l'impiego di normali mezzi meccanici e l'allontanamento delle materie di scavo, sia pure con la formazione di rampe e di gradinature provvisorie, aventi lo scopo di consentire l'accesso ed il corretto funzionamento dei mezzi meccanici, che saranno eseguite a carico dell'impresa. Saranno considerati scavi di sbancamento quelli occorrenti per lo spianamento e la sistemazione del terreno, per la sistemazione dei piazzali, per la formazione dei piani d'appoggio delle platee di fondazione, su cui dovranno sorgere le opere di regimazione idraulica quali

briglie, traverse, soglie, pennelli etc., i ponti le costruzioni stradali e le costruzioni civili in genere, dei relativi vespai e delle opere di drenaggio. Saranno considerati scavi di sbancamento quelli che si trovino al di sotto del piano campagna, quando gli scavi rivestano i caratteri sopra citati.

- Scavi di fondazione: si definisce "scavo di fondazione" lo scavo incassato ed a sezione ristretta effettuato sotto il piano di sbancamento per accogliere gli elementi di fondazione di strutture, ed in generale tutti gli scavi che abbiano una larghezza media inferiore a 3,00 m ed una profondità uguale o superiore a 1/3 della larghezza.
- Scavi per tubazioni e canalizzazioni: si definisce "scavo per tubazioni e canalizzazioni" lo scavo incassato ed a sezione ristretta effettuato sotto il piano di sbancamento per attombare canalette, fognature, condutture e tombinature.

Gli scavi per posa in opera di tubazioni dovranno avere sezione e larghezza tali da rendere agevole ogni manovra necessaria per la posa dei tubi, l'esecuzione delle giunzioni, le prove e le relative ispezioni e, eventualmente, lo smontaggio di condutture preesistenti.

Il fondo degli scavi aperti per il collocamento delle tubazioni dovrà essere ben spianato ed avere le pendenze prescritte. Non saranno permesse sporgenze o infossature superiori ai 5 centimetri dal piano delle livellette di progetto.

Nei punti corrispondenti alle giunzioni dei tubi e all'atto della posa di questi, si dovranno scavare, qualora necessario, nicchie larghe e profonde in modo da permettere di eseguire alla perfezione i giunti fra i tubi e di eseguire le ispezioni durante le prove.

L'avanzamento degli scavi dovrà essere adeguato all'effettivo avanzamento delle forniture dei tubi. Le eventuali discontinuità nel ritmo di fornitura non potranno però, in nessun caso, dare titolo all'impresa di richiedere compensi, maggiori di quelli previsti nell'Elenco Prezzi, e per il variare dell'avanzamento del proprio lavoro in maniera adeguata a quella della fornitura della tubazione.

La D.L. si riserva il diritto di stabilire di volta in volta la lunghezza dello scavo da aprire.

- Scavo per lo svaso dell'alveo: si definiscono come svasi quegli scavi eseguiti nell'alveo dei corsi d'acqua e torrenti per la rimozione del materiale alluvionale, depositatosi a seguito di eventi alluvionali.

5.6 Materiale scavato e discariche

Il materiale scavato, depurato delle quantità riutilizzate durante i lavori, resterà di proprietà dell'Amministrazione appaltante e potrà essere acquisito a canone gratuito dall'impresa solo ed esclusivamente per riutilizzarlo nei lavori appaltati. La D.L. giudicherà dell'eventuale impiego del materiale scavato per l'utilizzo dello stesso nella formazione di rilevati o rinterri inerenti alla realizzazione delle opere e darà disposizioni circa l'invio alle discariche dei restanti quantitativi non utilizzati.

Il materiale destinato a futura utilizzazione dovrà essere sistemato nelle aree che la D.L. metterà a disposizione come deposito, senza compenso supplementare. Senza compenso supplementare dovrà essere effettuato, inoltre, il distendimento e la sistemazione del terreno di risulta degli scavi nell'ambito del cantiere, se richiesto dalla D.L..

Il materiale non utilizzato dovrà essere allontanato senza indugio e trasportato a rifiuto a pubbliche discariche: la voce nell'elenco prezzi prevede che tale onere sia già incluso nella relativa voce, entro un raggio di 10 km dal cantiere.

La D.L. farà asportare, addebitando la relativa spesa all'impresa, le materie che fossero state depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

5.7 Smottamenti

L'impresa prenderà tutte le precauzioni possibili ed userà i metodi di scavo più idonei allo scopo di evitare smottamenti oltre le linee indicate nei disegni di progetto o approvate dalla D.L.. Qualsiasi smottamento, movimento di massi o terra, che si verifichi nelle aree e che secondo la D.L. sia dovuto a negligenza o mancanza di misure di precauzione sarà eliminato a carico dell'impresa. Se tali smottamenti oltrepassano le linee fissate per gli scavi e siano richiesti riempimenti per ripristinare

le linee di progetto con impiego di materiali come: argilla, calcestruzzo, ghiaia, ecc., l'onere relativo sarà a carico dell'impresa. I materiali di riempimento saranno scelti dalla D.L.. Se, a giudizio della D.L., gli smottamenti fossero derivati da cause non imputabili all'impresa, il costo dei lavori sarà contabilizzato secondo i prezzi indicati nell'Elenco Prezzi o, in mancanza di questi, secondo gli accordi presi fra l'impresa e la D.L..

5.8 Armature di sostegno degli scavi e strutture esistenti

L'impresa è responsabile della stabilità delle superfici degli scavi, delle strutture e dei fabbricati esistenti in prossimità degli stessi; di conseguenza dovrà predisporre armature di sostegno e di contenimento degli scavi in quantità tale da garantire la sicurezza delle opere.

Qualora, data la natura del terreno e la profondità degli scavi e le caratteristiche delle strutture e fabbricati adiacenti, le normali sbadacchiature non si dimostrassero sufficienti, si dovrà procedere alla armatura detta a cassa chiusa (marciavanti) delle pareti della zona, limitatamente alle zone che ne richiederanno l'impiego.

L'eventuale uso di armature degli scavi con palancole metalliche o sistemi simili dovrà essere autorizzato per iscritto dalla D.L..

Gli scavi all'aperto ed in sotterraneo dovranno, tempestivamente e per iniziativa dell'impresa, essere sostenuti dalle necessarie armature metalliche o di altra natura, sufficientemente robuste per resistere alle spinte che, secondo la natura dei terreni, saranno chiamate a sopportare; dette armature dovranno essere poste in opera a regola d'arte.

La superficie dello scavo, negli interspazi fra le armature, dovrà essere sostenuta là dove risultasse necessario, con longarine, lastre prefabbricate, lamiere ed in genere con tutti i mezzi e gli accorgimenti atti ad impedire frane e rilasci, e ciò sotto la diretta responsabilità dell'impresa.

Armature provvisorie

L'impresa è responsabile della stabilità delle superfici degli scavi, pertanto dove sia necessario, l'impresa dovrà provvedere a puntellare e sbadacchiare gli scavi

con armature, in modo da evitare danni alle persone e alle opere in costruzione. La D.L. potrà ordinare che le armature degli scavi siano aumentate o rinforzate, quando esistono pericoli per gli operai e per la buona esecuzione dei lavori, senza che questo possa costituire motivo di reclamo da parte dell'impresa.

Le armature provvisorie saranno tolte dallo scavo quando la loro funzione portante sarà terminata.

Le armature occorrenti per gli scavi devono essere eseguite a perfetta regola d'arte, in modo da impedire qualsiasi cedimento o deformazione dei materiali non interessati dallo scavo. L'onere per la fornitura di armature provvisorie, qualunque ne sia il tipo ed il numero risaltante necessario, è compreso e compensato nei prezzi degli scavi.

L'impresa dovrà rimuovere dalle pareti e dal fondo degli scavi tutti i frammenti di roccia che fossero instabili e pulire con acqua ed aria compressa tutte le superfici.

5.9 *Abbassamento della falda con sistema tipo Wellpoints*

Nel caso di scavi al di sotto della falda freatica potrà essere richiesto dalla D.L. l'uso di un complesso Wellpoints per l'abbassamento della falda stessa.

L'impianto che dovrà essere dimensionato ed installato in modo da consentire un perfetto prosciugamento delle zone di lavoro sarà composto da:

- motopompe aspiranti da 6" del tipo centrifugo, con relative pompe a vuoto;
- un impianto di aspirazione e scarico;
- un impianto completo di infissione.

Una volta ottenuto il prosciugamento della zona di lavoro, il numero delle pompe in esercizio verrà opportunamente diminuito in modo da ridurlo al minimo indispensabile.

Il complesso dovrà funzionare in modo continuo per tutto il tempo necessario agli scavi, all'esecuzione delle fondazioni, al consolidamento dei getti, alla posa di cavi e tubazioni per acquedotti e fognature, all'esecuzione di opere di impermeabilizzazione ed eventuali sottopassaggi ed al completamento di strutture sovrastanti sino al raggiungimento del carico dell'equilibrio statico, nonché per l'esecuzione di altri

eventuali lavori che potranno essere effettuati, su richiesta dalla D.L. anche da altre Imprese specializzate.

5.10 Interferenze con altri servizi

Tutte le volte che nell'esecuzione dei lavori si incontreranno condutture o cunicoli di fogne, tubazioni di gas o d'acqua, cavi elettrici, telegrafici e telefonici od altri ostacoli imprevedibili per cui si rendesse indispensabile qualche variante al tracciato ed alle livellette di posa, l'impresa ha l'obbligo di darne avviso alla D.L., che darà le necessarie disposizioni del caso.

Resta stabilito che non sarà tenuto nessun conto degli scavi oltre a quelli ordinati, né delle maggiori profondità a cui l'impresa si sia spinta senza ordine della D.L..

Particolare cura dovrà porre l'impresa affinché non siano danneggiate dette opere nel sottosuolo e pertanto dovrà fare tutto quello che sia necessario per mantenere le opere stesse nella loro primitiva posizione utilizzando in tal senso sostegni, puntelli, sbadacchiature, sospensioni; inoltre, dovrà avvertire immediatamente l'Amministrazione competente e la D.L..

Ogni onere connesso all'esecuzione degli scavi in presenza di altri servizi (sostegni provvisori, puntellamenti, cautele e rallentamenti, ecc.) è a carico dell'impresa essendosene tenuto conto nei prezzi di elenco.

Nel caso che l'apertura di uno scavo provochi emanazioni di gas, si allontanerà immediatamente dalla zona ogni causa che possa provocare incendi od esplosioni e si avvertiranno le Autorità competenti.

Resta comunque stabilito che l'impresa è responsabile di ogni qualsiasi danno che possa derivare dai lavori a dette opere nel sottosuolo e che è obbligato a ripararlo o a farlo riparare al più presto sollevando il Committente e la D.L. da ogni gravame, noia o molestia.

Qualora, per effetto dei lavori da eseguire, dovesse manifestarsi la necessità di spostare provvisoriamente o definitivamente alcuni di tali servizi, l'Appaltatore dovrà darne preavviso alla D.L. e ottenere le necessarie autorizzazioni; le prestazioni così autorizzate sono a carico della Stazione Appaltante.

5.11 Demolizioni

Ove sia necessario, l'impresa è obbligata ad accertare con la massima cura la struttura ed ogni elemento che deve essere demolito sia nel suo complesso sia nei particolari, in modo da conoscerne la natura, lo stato di conservazione e le tecniche costruttive.

L'impresa potrà intraprendere le demolizioni (effettuate in roccia o di strutture complete) in ottemperanza alle norme di cui dall'art. 71 all'art. 76 del D.P.R. gennaio 1956 n. 164, con mezzi che crederà più opportuni previa approvazione della D.L..

In ogni caso l'impresa 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 sia i suoi Organi di direzione, assistenza e sorveglianza.

Per quanto riguarda il personale e gli attrezzi, l'impresa dovrà osservare le seguenti prescrizioni unitamente a quelle contenute nei piani di sicurezza di cui al D.Lgs 81/2008 e s.m.i.:

- a) 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;
- b) 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;
- c) i materiali ed ogni altro attrezzo che agisca per urto non dovranno essere impiegati qualora la stabilità delle strutture non lo consentisse;
- d) si preferiranno mezzi di demolizione a percussione montati su bracci di escavatori o gru semoventi.

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'impresa dovrà prendere direttamente accordi con le rispettive Società ed Enti eroganti.

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.

Il materiale di risulta delle demolizioni, se inutilizzabile, dovrà essere trasportato a discarica; se destinato a riempimento, dovrà essere trasportato in aree indicate dall'ufficio di D.L. nell'ambito del cantiere. Nel primo caso, il costo è già incluso nella voce dell'elenco prezzi, qualora la pubblica discarica sia ubicata entro un raggio di 10 km dal 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'impresa, a sua cura e spese, senza alcun compenso.

Il progetto prevede la demolizione completa di strutture fuori terra in calcestruzzo armato e non armato.

6. REINTERRI E RILEVATI

6.1 Generalità

Prima di dare inizio ai lavori contemplati nel presente articolo, l'impresa farà eseguire le verifiche sul terreno sottostante il piano di posa dei rilevati e su quello di fondazione stradale.

Inoltre, secondo le disposizioni che saranno impartite dalla Direzione Lavori, se i terreni di supporto sono di natura limo-argillosa o torbosa dovranno essere eseguite le prove che saranno indicate dalla Direzione Lavori stessa.

Nell'esecuzione sia degli scavi sia dei rilevati, l'impresa è tenuta ad effettuare a propria cura e spese l'estirpazione di piante, arbusti e relative radici esistenti sia sui terreni da scavare sia su quelli destinati all'impianto dei rilevati, nonché, in questo ultimo caso, al riempimento delle buche effettuate in dipendenza dell'estirpazione delle radici e delle piante, che dovrà essere effettuato con materiale idoneo, messo in opera a strati di conveniente spessore e, infine, costipato.

La costruzione di rilevati in presenza di gelo o di pioggia persistenti non sarà consentita in linea generale, fatto salvo particolari deroghe da parte della Direzione Lavori, limitatamente a quei materiali meno suscettibili all'azione del gelo e delle acque meteoriche (ad esempio pietrame).

Fintanto che non siano state esaurite per la formazione dei rilevati e dei rinterri tutte le disponibilità dei materiali idonei proveniente dagli altri scavi, le eventuali cave di prestito che l'impresa volesse aprire, ad esempio per economia dei trasporti, saranno a suo totale carico. L'impresa non potrà quindi pretendere sovrapprezzi, né prezzi diversi da quelli stabiliti in elenco per la formazione dei rilevati con utilizzazione di materie provenienti dagli scavi di trincea, opere d'arte ed annessi stradali, qualora, pur essendoci disponibilità ed idoneità di queste materie scavate, essa ritenesse di sua convenienza, per evitare rimaneggiamenti o trasporti a suo carico, di ricorrere a cave di prestito.

Qualora una volta esauriti i materiali, provenienti dagli scavi, ritenuti idonei in base a quanto precedentemente riportato, occorressero ulteriori quantitativi di materie

per la formazione dei rilevati, l'impresa potrà ricorrere al prelevamento di materie da cave di prestito, sempre che abbia preventivamente richiesto ed ottenuto l'autorizzazione scritta da parte della Direzione Lavori.

L'impresa deve indicare le cave alla Direzione dei Lavori che si riserva la facoltà di fare analizzare tali materiali presso laboratori ufficiali, sempre a spese dell'impresa.

L'accettazione della cava da parte della Direzione dei Lavori non esime l'impresa dall'assoggettarsi, in ogni periodo di tempo, all'esame delle materie che dovranno corrispondere sempre a quelle di prescrizione; di conseguenza, ove la cava in seguito non si dimostrasse capace di produrre materiale idoneo per una determinata lavorazione, essa non potrà più essere coltivata.

Per quanto riguarda le cave di prestito, l'impresa è tenuta pure a corrispondere le relative indennità ai proprietari di tali cave, a provvedere a proprie spese al sicuro e facile deflusso delle acque che si raccogliessero nelle cave stesse, evitando nocivi ristagni e danni alle proprietà circostanti e sistemando convenientemente le relative scarpate, in osservanza alla normativa vigente.

Da ultimo, con specifico riferimento alla realizzazione dei piazzali, delle rampe e delle piste di servizio definitive, sarà possibile la sostituzione delle modalità esecutive di progetto con altra tipologia di materiali e tecnologie, purché approvati dalla Direzione Lavori che li valuterà sulla base di indagini sui materiali e di uno specifico progetto a corredo, firmato da un tecnico abilitato.

6.2 Operazioni di bonifica

Per lavori di bonifica di zone di terreno non idoneo, al disotto del piano di posa di manufatti e rilevati, si intendono sostituzioni dei terreni esistenti con materiale idoneo.

La bonifica del terreno d'appoggio del rilevato, nell'accezione più generale, dovrà essere eseguita in conformità alle previsioni di progetto, ed ogni qualvolta nel corso dei lavori si dovessero trovare zone di terreno non idoneo e/o comunque non conforme alle specifiche di progetto.

Pertanto il terreno in sito, per la parte di scadenti caratteristiche meccaniche o contenente notevoli quantità di sostanze organiche, dovrà essere sostituito con materiale selezionato appartenente ai seguenti gruppi (CNR-UNI 10006):

- A_1 , A_3 se proveniente da cave di prestito; nel caso in cui il materiale appartenga al gruppo A_3 , deve presentare un coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10}) maggiore o uguale a 7;
- A_1 , A_{2-4} , A_{2-5} , A_3 , se proveniente dagli scavi; il materiale appartenente al gruppo A_3 deve presentare un coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10}) maggiore o uguale a 7;

Il materiale dovrà essere messo in opera a strati di spessore definiti dalla D.L. (materiale sciolto) e compattato fino a raggiungere il 95% della massa volumica del secco massima ottenuta attraverso la prova di compattazione AASHO modificata.

Per il materiale dei gruppi A_{2-4} e A_{2-5} gli strati dovranno avere spessore non superiore a 30 cm (materiale sciolto).

Nel caso in cui la bonifica di zone di terreno debba essere eseguita in presenza d'acqua, l'impresa dovrà provvedere ai necessari emungimenti per mantenere costantemente asciutta la zona di scavo da bonificare fino ad ultimazione dell'attività stessa.

Le caratteristiche del materiale costituente il piano di fondazione bonificato saranno accertate mediante prove di densità in sito.

6.3 *Formazione dei rilevati arginali*

6.3.1 *Generalità*

Le indicazioni riportate nel seguito si riferiscono sia a lavori di costruzione di nuovi rilevati arginali, sia a lavori di ringrosso e/o rialzo di argini esistenti.

6.3.2 Caratteristiche dei materiali

Con riferimento alla classificazione contenuta nelle norme CNR UNI 10006, le terre preferibilmente da utilizzare saranno di tipo argilloso e limoso (classi A-4, A-6, A-7-6), con contenuto minimo di sabbia pari al 15% e con indice di plasticità inferiore a 25.

In casi di accertata impossibilità di ottenere una classe di rilevato superiore a quella con classifica A-3 e' facoltà dell'Ufficio di Direzione Lavori di accettare il materiale posto in opera, prescrivendo uno spessore non inferiore a 40 cm. di terreno vegetale sul paramento a fiume del rilevato.

Non si dovranno utilizzare le materie organiche e le sabbie pulite.

Il materiale posto in opera dovrà avere valori del peso in volume allo stato secco pari al 95% del peso di volume secco ottenuto nella prova di compattazione Proctor normale con tolleranza di +/- 1%; la corrispondente umidità dovrà avere i valori compresi fra +/- 2% dell'umidità ottimale ottenuta nella suddetta prova di compattazione. Definita anche la percentuale di umidità, questa deve essere mantenuta costante con una tolleranza di +/- 1%.

A suo insindacabile giudizio, l'Amministrazione potrà individuare aree di prelievo di materiale di caratteristiche differenti da quanto sopra riportato.

6.3.3 Modalità esecutive

Prima di procedere alla costruzione dell'argine, sarà necessario preparare il terreno di posa, provvedendo all'asportazione del terreno vegetale e degli apparati radicali e alla predisposizione di uno scavo di cassonetto o, qualora il declivio trasversale del terreno fosse superiore al 15%, di opportuni gradoni di immersione delle dimensioni riportate nei disegni di progetto.

Nella costruzione dell'argine andranno seguite le indicazioni progettuali riportate nei disegni esecutivi, sia per quanto riguarda le dimensioni del rilevato e la pendenza delle scarpate, sia per quanto riguarda lo spessore degli strati, il tipo di macchina da utilizzare per il costipamento ed il numero di passate.

Sempre ai disegni di progetto si dovrà fare riferimento per le caratteristiche dimensionali e dei materiali da utilizzare per la realizzazione della pista di servizio o della strada sulla testa arginale.

6.3.4 Prove di accettazione e controllo

Prima dell'esecuzione dei lavori l'Ufficio di Direzione Lavori procederà al prelievo di campioni di terreno da inviare a laboratori ufficiali, in modo da verificare la rispondenza alle prescrizioni di cui al presente Capitolato.

I campioni di terreno prelevati saranno innanzitutto classificati: sarà individuata la curva granulometrica che caratterizza ogni campione, verranno valutati i limiti di Atterberg (in particolare modo il limite liquido e l'indice di plasticità), l'indice di gruppo. Saranno poi eseguite le prove necessarie per la determinazione della resistenza al taglio e dell'optimum Proctor.

Qualora richiesto dall'Ufficio di Direzione Lavori l'Impresa dovrà provvedere alla posa in opera di una opportuna strumentazione geotecnica, tale da permettere la verifica delle corrette condizioni di lavoro in tutte le fasi di realizzazione dell'opera. Mediante la posa di assistimetri superficiali e profondi, di piezometri e di inclinometri sarà inoltre possibile controllare il grado di assestamento, l'esistenza di spostamenti orizzontali, la consolidazione raggiunta da eventuali strati argillosi, l'andamento del moto di filtrazione.

Nel caso di rilevati costruiti ex novo L'Impresa dovrà provvedere alla posa della strumentazione completa per una sezione significativa a scelta dall'Ufficio di Direzione Lavori.

Nel caso di rialzi e ringrossi i controlli saranno limitati alla compattazione fatti salvi comunque i controlli generali sulla qualità delle terre.

Se le prove relative allo stato di compattazione del rilevato non dovessero dare esito soddisfacente, L'Impresa è tenuta a ripetere la compressione dei rilevati sino ad ottenere il risultato prescritto.

Gli oneri per tutte le prove di laboratorio e per la strumentazione per le prove a campo sono a carico dell'Impresa.

L'Impresa è obbligata, senza pretesa di compenso alcuno, a dare ai rilevati, durante la costruzione, le maggiori dimensioni richieste dall'assestamento naturale delle terre. Le scarpate saranno spianate e battute e i lavori di profilatura dovranno avvenire con asporto anziché con riporto di materie.

All'atto del collaudo i rilevati eseguiti dovranno avere la sagoma e le dimensioni prescritte dai disegni progettuali.

Qualora la costruzione del rilevato dovesse venire sospesa, l'Impresa dovrà provvedere a sistemarlo regolarmente in modo da fare defluire facilmente le acque piovane; alla ripresa dei lavori dovranno essere praticati, nel rilevato stesso, appositi tagli a gradini, per il collegamento delle nuove materie con quelle già posate.

6.3.5 Fuso granulometrico ammissibile in relazione alla miscelazione dei materiali di scavo

I rilevati arginali verranno realizzati con materiali provenienti dagli scavi opportunamente selezionati e miscelati utilizzando i terreni dell'unità geotecnica UG2A (A6 e A7-6) e dell'unità geotecnica UG2B (A2-6 e A2-7).

La maggior parte del materiale proviene da scavi sotto falda o prossimi alla falda con elevati tenori di umidità. Sarà perciò necessario un preventivo abbattimento dell'acquifero e/o stoccaggio provvisorio per far perdere umidità e raggiungere le condizioni ottimali per il costipamento.

In questa fase si possono creare cumuli di materiale UG2A e UG2B accostati e che nella fase successiva di prelievo potranno essere mescolati. Si tratta di una procedura utilizzata per la costruzione e il rinforzo di argini lungo il Po e affluenti con materiale provenienti da cave.

I materiali impiegati per la costruzione delle nuove arginature, ottenuti mescolando materiale UG2A e UG2B (vedi fuso granulometrico di seguito riportato, nell'ipotesi dell'80% di UG2A e 20% di UG2B), dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- percentuale di passante al vaglio n.200 maggiore del 35%;

- indice di plasticità inferiore a 25;
- grado di costipamento: 95% del peso di volume secco $\gamma_{d,max}$ ottenuto nella prova Proctor Standard a contenuto d'acqua $w=w_{opt}\pm 2\%$;
- stesa e compattazione in strati di spessore non superiore a 30 cm: modulo di deformazione M_E con piastra da 30cm nell'intervallo $1.5\div 2.5\text{kg/m}^2$ maggiore di 250kg/m^2 .

Per quanto riguarda i parametri geotecnici del rilevato realizzato con tali materiali si possono assumere le seguenti:

- angolo di resistenza al taglio $\phi'=27^\circ$;
- coesione efficace $c'=10\text{ kPa}$;
- permeabilità $k\leq 1\times 10^{-7}\text{ m/s}$, misurata in laboratorio con fustella Proctor ($\gamma_{d,max}$ e w_{opt}).

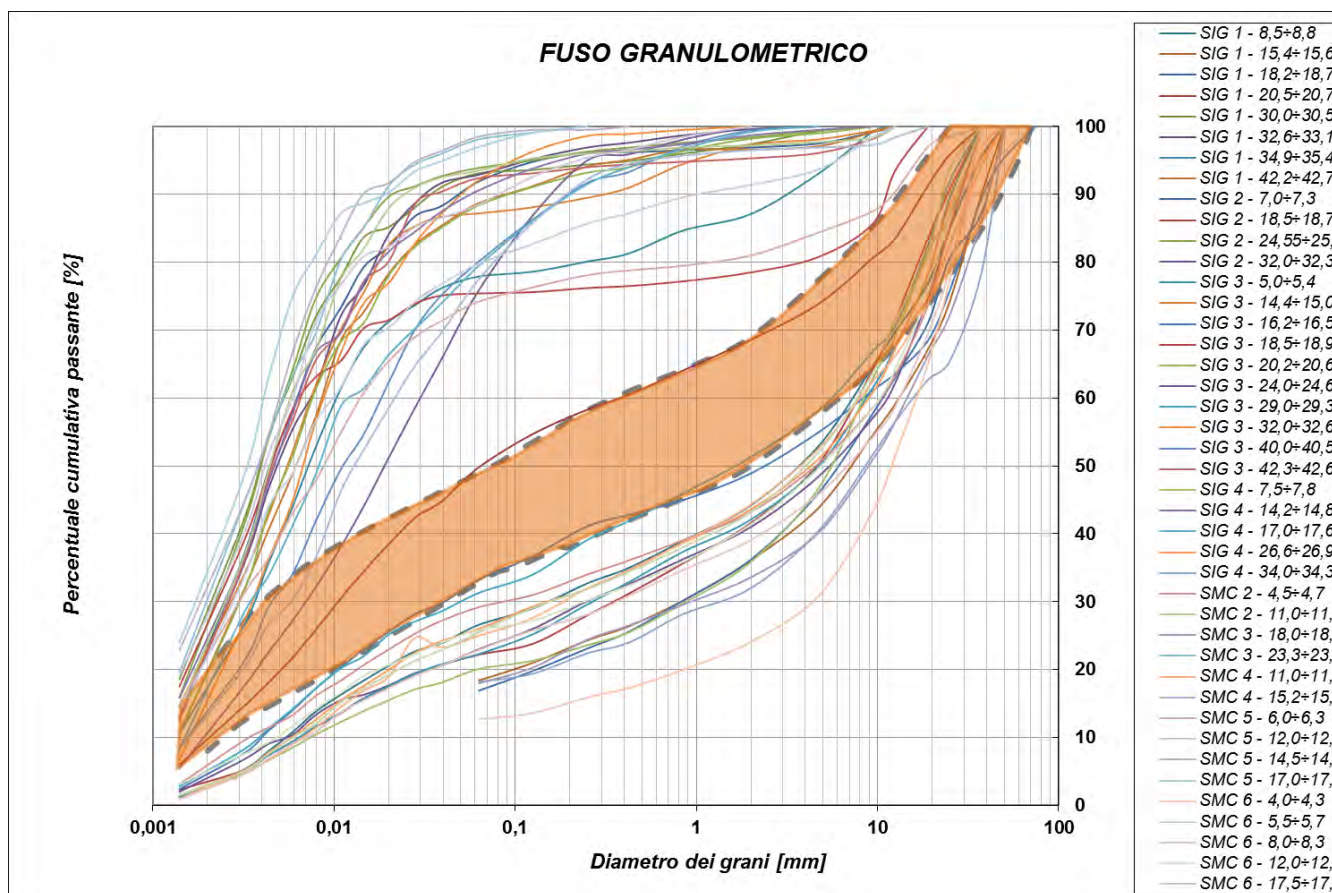
Nella stima dei parametri di resistenza al taglio non si è tenuto conto delle condizioni di parziale saturazione dei materiali e dell'effetto della "suzione", che comporta un incremento della coesione "apparente" e una riduzione della permeabilità. Per quanto riguarda i terreni ghiaiosi più permeabili appartenenti all'unità geotecnica UG1 utilizzate per la realizzazione della sotto banca a campagna le caratteristiche sono le seguenti:

- Gruppo A1 – A2 (UNI 11531-1);
- grado di costipamento: 95% del peso di volume secco $\gamma_{d,max}$ ottenuto nella prova di compattazione Proctor Standard a contenuto d'acqua $w=w_{opt}\pm 2\%$;
- stesa e compattazione in strati di spessore non superiore a 30 cm: modulo di deformazione M_E con piastra da 30cm nell'intervallo $1.5\div 2.5\text{kg/m}^2$ maggiore di 300kg/m^2 .

Per quanto riguarda le caratteristiche geotecniche del rilevato realizzato con tali materiali si possono assumere le seguenti:

- angolo di resistenza al taglio $\phi'=38^\circ$
- coesione efficace $c'=0\text{ kPa}$

- permeabilità $k \geq 1 \times 10^{-3}$ m/s, misurata in laboratorio con fustella Proctor ($\gamma_{d,max}$ e w_{opt}).



Fuso granulometrico 80% UG2A + 20% UG2B

6.4 Reinterri

Per l'esecuzione dei rinterri verranno comunemente impiegati i materiali di risulta degli scavi di cantiere o, se indicato nei disegni e/o richiesto dalla D.L., si utilizzeranno materiali provenienti dalle cave di prestito. Tutti i materiali impiegati saranno preventivamente approvati dalla D.L..

Per il rinterro degli scavi relativi a fondazioni e manufatti in calcestruzzo dovrà utilizzarsi materiale selezionato appartenente esclusivamente ai gruppi A1 ed A3 (UNI-CNR 10006) opportunamente compattato; il materiale appartenente al grup-

po A3 dovrà presentare un coefficiente di uniformità (D60/D10) maggiore o uguale a 7.

I materiali per i rinterri dovranno essere disposti in strati dello spessore non superiori a circa 30 cm, quindi bagnati e compattati al 70 % della densità relativa del materiale impiegato o al 90 % dell'optimum Proctor mediante costipatori meccanici od altri mezzi ritenuti idonei dalla D.L..

Le modalità e le tipologie di materiali da utilizzarsi nei rinterri in funzione delle diverse sezioni tipo di posa previste lungo il tracciato sono indicate nei disegni di progetto.

Nei rinterri eseguiti nei tratti in cui il tracciato si sviluppa su terreni agricoli verrà utilizzato direttamente il materiale proveniente dagli scavi, avendo cura di accantonare lo strato di terreno di coltivo che sarà riposizionato al termine dei rinterri.

7. CALCESTRUZZI

7.1 Caratteristiche dei materiali costituenti i conglomerati cementizi

7.1.1 Cemento

Nella confezione dei conglomerati sono ammessi:

cemento pozzolanico;

cemento d'altoforno con contenuto di loppa non inferiore al 36%, che la Cementeria dovrà garantire specificando il metodo di misura;

cemento Portland, solo per le strutture prefabbricate per c.a.p.

Per le altre strutture è altresì ammesso l'uso del cemento Portland, a condizione che siano rispettati i seguenti limiti: il tenore di alluminato tricalcico (C3A) sia inferiore a 8%; il rapporto a/c sia inferiore di 0.05 di quanto prescritto per gli altri cementi; la resistenza sia superiore di 5.00 Mpa rispetto a quanto previsto per i cls confezionati con gli altri cementi in conformità alle prescrizioni inerenti la durabilità di cui al paragrafo precedente.

Il Contraente Generale 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 ICITE CNR e dal relativo marchio.

A cura ed a spese del Contraente Generale, sotto il controllo della Direzione Lavori, dovranno essere verificate presso un Laboratorio Ufficiale le resistenze meccaniche ed i requisiti chimici e fisici del cemento secondo le Norme di cui alla Legge 26/5/1965 n. 595 D.M. 3/6/1968 e D.M. 13/9/1993 (per cementi sfusi prelievo di un campione ogni 250 t o frazione).

Copia di tutti i certificati di prova sarà custodita dalla Direzione Lavori e dal Contraente Generale.

È facoltà della Direzione Lavori richiedere la ripetizione delle prove su una stessa partita qualora sorgesse il dubbio di un degradamento delle caratteristiche del cemento, dovuto ad una causa qualsiasi.

È vietato l'uso di cementi diversi per l'esecuzione di ogni singola opera o elemento costruttivo; ciascun silo del cantiere o della centrale di betonaggio sarà destinato a contenere cemento di un unico tipo, unica classe ed unica provenienza, ed a tale scopo chiaramente identificato.

7.1.2 Inerti

Gli inerti impiegati per il confezionamento del conglomerato cementizio potranno provenire da vagliatura e trattamento dei materiali alluvionali o da frantumazione di materiali di cava e dovranno avere caratteristiche conformi a quelle previste per la Classe A nella Norma UNI 8520 parte 2a.

Dovranno essere costituiti da elementi non gelivi privi di parti friabili e polverulente o scistose, argilla e sostanze organiche.

Non dovranno contenere i minerali dannosi:

- pirite;
- marcasite;
- pirrotina;
- gesso;
- solfati solubili.

A cura del Contraente Generale, sotto il controllo della DL, dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI 8520 parte 4) presso un laboratorio ufficiale, l'assenza dei minerali indesiderati 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.

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.

Copia della relativa documentazione dovrà essere custodita dalla DL e dal Contraente Generale.

In assenza di tali certificazioni il materiale non potrà essere posto in opera, e dovrà essere allontanato e sostituito con materiale idoneo.

Nella Tabella 2, sono riepilogate le principali prove cui devono essere sottoposti gli inerti.

Tali esami, dovranno essere effettuati prima dell'autorizzazione all'impiego, per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava, ogni 8000 m³ di materiali impiegati e comunque almeno una volta all'anno, nonché ogni volta la Direzione Lavori lo riterrà necessario, salvo per quanto riguarda il contenuto di solfati e di cloruri che dovrà essere effettuato giornalmente.

Per quanto riguarda il coefficiente di forma degli inerti e la granulometria si dovrà verificare che soddisfino alle indicazioni riportate nel predetto punto, ogni 1000 m³ di materiale impiegato, nonché ogni volta che la DL lo riterrà necessario.

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	TOLLERANZA DI ACCETTABILITA'
Gelività degli aggregati	Gelività	CNR 80 UNI 8520 (parte 20)	Perdita di massa 4% dopo 20 cicli
Resistenza all'abrasione	Los Angeles	CNR 34 UNI 8520 (parte 19)	Perdita di massa LA 30%
Compattezza degli aggregati	Degradabilità delle 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 /gr 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: Potenziale attività delle miscele cemento aggregati:	metodo chimico metodo del prisma di malta	UNI 8520 (parte 22)	
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 D.L. Comunque dovranno essere eseguite prove: prima dell'autorizzazione all'impiego; per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava; ogni 5000 mc di aggregati impiegati, con un minimo di 2 prove.

Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie aventi un coefficiente di forma, determinato secondo UNI 8520 parte 18, minore di 0,15 (per un diametro massimo

Dmax fino a 32 mm) e minore di 0,12 (per un diametro massimo Dmax fino a 64 mm).

La curva granulometrica 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 consentire di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, etc.) che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, durabilità, etc.).

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

Gli inerti dovranno essere suddivisi in almeno tre pezzature, la più fine non dovrà contenere più del 15% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadrata da 5 mm di lato.

Le singole pezzature non dovranno contenere frazioni granulometriche appartenenti alle pezzature inferiori, in misura superiore al 15% e frazioni granulometriche, appartenenti alle pezzature superiori, in misura superiore al 10% della pezzatura stessa.

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

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

7.1.3 *Acqua di impasto*

L'acqua di impasto dovrà soddisfare ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con DM 09/01/1996 in applicazione dell'Art. 21 della Legge 1086 del 5/11/1971.

L'acqua proverrà da fonti ben definite che diano acqua rispondente alle caratteristiche specificate di seguito.

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 per litro.

In merito al contenuto di ione cloruro nell'acqua per i manufatti in cemento armato normale o precompresso, si dovrà tenere conto dei limiti previsti dalla 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 a superficie asciutta" della Norma UNI 8520 parte 5).

7.1.4 Additivi e disarmanti

Il Contraente Generale dovrà impiegare additivi garantiti dai produttori per qualità e costanza di effetto e di concentrazione; le loro caratteristiche dovranno essere verificate preliminarmente in sede di qualifica di conglomerati cementizi.

Gli additivi dovranno rispondere alle Norme UNI 7101, 7102, 7103, 7104, 7105, 7106, 7107, 7108, 7109, 7120 e 8145.

Nel caso di uso contemporaneo di più additivi il Contraente Generale dovrà fornire alla Direzione Lavori la prova della loro compatibilità.

7.1.5 Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti

Allo scopo di realizzare conglomerati cementizi impermeabili e durevoli a basso rapporto a/c ed elevata lavorabilità si farà costantemente uso di additivi superfluidificanti di nuova generazione a rilascio progressivo al fine di realizzare calcestruzzi reoplastici preconfezionati ad elevato mantenimento della lavorabilità.

Nel caso si verifichi una perdita di lavorabilità sono ammesse riaggiunte di additivi superfluidificanti dello stesso tipo già inserito precedentemente nell'impasto con un quantitativo massimo di 300cc per ogni 100 kg di cemento

Nel caso che la lavorabilità prevista non venga ottenuta dopo la riaggiunta di additivi a piè d'opera il calcestruzzo verrà scartato.

La classe di consistenza dovrà essere sempre garantita al momento della posa.

In caso di particolari condizioni ambientali e dei tempi di trasporto e lavorazione, potranno essere impiegati ulteriori additivi aeranti, fluidificante - ritardante e accelerante.

Non dovranno essere impiegati additivi a base di cloruri o contenenti cloruri di calcio.

Il loro dosaggio dovrà essere definito in fase di qualifica dei conglomerati cementizi sulla base delle indicazioni del fornitore e comunque esso non dovrà superare il 2 % in peso rispetto al cemento.

7.1.6 Additivi ritardanti e acceleranti

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

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.

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

7.1.7 Additivi antigelo

Gli additivi antigelo abbassano il punto di congelamento dell'acqua d'impasto ed accelerano alle basse temperature i processi di presa e indurimento dei conglomerati cementizi.

Dovranno essere impiegati soltanto su disposizione della Direzione Lavori, che dovrà approvarne preventivamente tipo e dosaggio.

La percentuale di aria inglobata varierà in funzione del diametro massimo, vedi tabella seguente, degli inerti e sarà misurata secondo la UNI6395 sul cls fresco all'atto della posa in opera con tolleranza di 1%.

Dmax aggregati	% aria occlusa
10	7.0
12.5	6.5
20	6.0
25	5.0
40	4.5
50	4.0
75	3.5

In sede di posa in opera saranno adottati gli opportuni accorgimenti affinché non si abbia una riduzione del tenore d'aria al di sotto dei limiti di tabella.

Gli additivi aeranti saranno conformi a quanto indicato nella norma ASTM C260 e dovranno essere aggiunti al conglomerato cementizio nella betoniera in soluzione con l'acqua di impasto con un sistema tale da garantire una tolleranza pari al 5% e che ne assicuri la omogenea dispersione nell'impasto.

Su richiesta della Direzione Lavori il Contraente Generale dovrà fornire prove di Laboratorio Ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle vigenti norme UNI.

7.1.8 Silice ad alta superficie specifica (silicafume)

Quando previsto in progetto o prescritto dalla Direzione Lavori, potranno essere impiegati additivi in polvere costituiti da silice amorfa ad elevatissima superficie specifica (silicafume), o da superfluidificanti posti su un supporto costituito dalla silice amorfa di cui sopra.

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 più aggiunte, 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 CaCl₂ a 278 K per venti giorni senza che sui provini stessi si manifesti formazione di fessure o scaglie. La silice amorfa ad elevatissima superficie specifica si divide in due classi di prodotti, dette Classe A e Classe B così come previsto dalla norma NFP 18-502.

Le caratteristiche tecniche previste per le due classi di riferimento dovranno essere le seguenti:

Parametro	Classe	
	A	B
SiO ₂	> 85%	70÷85%
CaO	<1,2%	<2,0%
SO ₃	<2,5%	<2,5%
Na ₂ O + K ₂ O	<4,0%	,0%<
Cl	<0,2%	<0,2%
Area specifica		
B. E. T:	20÷35 m ² /g	10÷20 m ² /g
Massa volumica		
assoluta	2,1÷2,3 kg/l	2,1÷2,4 kg/l

La silicafume di classe B potrà essere utilizzata per i conglomerati cementizi proiettati all'aperto; la silicafume di classe A dovrà essere utilizzata per tutti i conglomerati cementizi, compresi quelli proiettati in sotterraneo.

Al fine di ottenere una corretta progettazione del mix design del conglomerato cementizio, ove previsto l'impiego del silicafume, il rapporto fra la stessa ed il cemento sarà di 1/1, per la distribuzione delle parti fini e la definizione del rapporto

a/c (per l'ottenimento delle resistenze inferiori a 7 giorni la silice non dovrà essere presa in considerazione).

7.2 Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi

Il Contraente Generale è tenuto 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 09/01/96 e successivi aggiornamenti).

Lo studio, per ogni tipo di conglomerato cementizio, dovrà essere fornito almeno 30 giorni prima dell'inizio dei getti. Tale studio, da eseguire presso un Laboratorio Ufficiale a cura ed onere del Contraente Generale, dovrà comprovare la conformità del conglomerato cementizio e dei singoli componenti.

In particolare, nella relazione di qualificazione dovrà essere fatto esplicito riferimento a:

- resistenza caratteristica a compressione R_{ck} ;
- rapporto a/c;
- peso di volume;
- tipo e dosaggio degli additivi;
- classe di esposizione e durabilità delle opere (UNI9858 e UNI8981);
- lavorabilità (abbassamento al cono di ABRAMS UNI 9418/89);
- diametro massimo dell'aggregato (UNI 8520);
- tipo e dosaggio di cemento;
- resistenza a trazione per flessione secondo UNI 6133/83;
- resistenza a compressione sui monconi dei provini rotti per flessione (UNI 6134);
- resistenza a trazione indiretta (UNI 6135);
- modulo elastico secante a compressione (UNI 6556);
- contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco (UNI 6395);
- ritiro idraulico (UNI 6555);

- resistenza ai cicli di gelo-disgelo (UNI 7087);
- impermeabilità (UNI 7699 - ISO DIS 7032 - DIN 1048);
- accorgimenti da adottare in caso di lavorazioni da eseguirsi in presenza di temperature rigide (al di sotto di 278 K);
- descrizione del ciclo termico e descrizione dell'impianto che si intenderà utilizzare in caso di maturazione accelerata a vapore;
- evoluzione della resistenza nel tempo in funzione del procedimento di maturazione impiegato.

Inoltre, si dovrà sottoporre all'esame della Direzione Lavori:

- a) i campioni dei materiali che si intende impiegare, indicando provenienza, tipo e qualità dei medesimi;
- b) la caratterizzazione granulometrica degli aggregati;
- c) la caratteristica dell'impianto di confezionamento ed i sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
- d) i risultati delle prove preliminari di resistenza meccanica sui cubetti di conglomerato cementizio da eseguire con le modalità più avanti descritte;
- e) lo studio dei conglomerati cementizi ai fini della durabilità, eseguito secondo quanto precisato in precedenza sulla base delle classi di esposizione individuate per le singole opere o parti di esse.

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 1.

Le miscele verranno autorizzate qualora la resistenza a compressione caratteristica per ciascun tipo di conglomerato cementizio, misurata a 28 giorni sui provini prelevati dagli impasti di prova all'impianto di confezionamento, non si discosti del 10% dalla resistenza indicata nella relazione di qualificazione.

I laboratori, il numero dei campioni e le modalità di prova saranno quelli indicati dalla Direzione Lavori.

L'esame e la verifica, da parte della DL dei certificati dello studio preliminare, non esonerano in alcun modo il Contraente Generale dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla DL, il Contraente Generale rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge.

Caratteristiche dei materiali e composizione degli impasti, definite in sede di qualifica, non possono essere modificati in corso d'opera.

Qualora eccezionalmente, si prevedesse una variazione dei materiali, la procedura di qualifica dovrà essere ripetuta.

Qualora il Contraente Generale 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.

7.2.1 Prove in fase di qualifica dei conglomerati cementizi

La Direzione Lavori potrà fare eseguire prove sui provini confezionati in fase di qualifica dei cls finalizzate a valutare la durabilità.

Le prove potranno essere:

- prove di resistenza al gelo;
- prove di permeabilità all'aria;
- prove di assorbimento d'acqua;
- prove di scagliamento in presenza di cloruri;
- prove di penetrabilità dei cloruri e solfati.

7.2.1.1 Prova di resistenza al gelo

La prova di resistenza al gelo verrà effettuata sottoponendo i campioni a cicli di gelo e disgelo secondo UNI7087. Le variazioni delle caratteristiche dei provini saranno contenute entro i limiti seguenti:

Riduzione del modulo di elasticità:	20%
Perdita di massa:	2%
Espansione lineare:	0÷2%
Coefficiente di permeabilità:	
- prima dei cicli	
- dopo i cicli	
10-9 cm/sec	
10-8 cm/sec	

7.2.1.2 Prova del grado di permeabilità all'aria

Per la determinazione del grado di permeabilità all'aria del conglomerato cementizio verrà impiegato il metodo di Figg su richiesta della Direzione Lavori.

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

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

Le apparecchiature impiegate consistono:

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

Metodologia di prova

Per eseguire la prova occorre delimitare un'area triangolare avente i lati di 10 cm; in corrispondenza dei tre vertici dovranno essere realizzati, perpendicolarmente alla superficie del conglomerato cementizio, dei fori da 40 mm di profondità aventi diametro di 12 mm per i primi 20 mm e diametro di 10 mm per i restanti 20 mm.

Nella parte superiore del foro viene inserito un cilindro in gomma, di diametro uguale a quello del foro, opportunamente siliconato sulla superficie laterale per favorire l'adesione alle pareti del conglomerato cementizio e isolare completamente la parte inferiore del foro.

Quest'ultima viene raggiunta con un ago ipodermico, tramite il quale viene creata una depressione di poco superiore a 0,55 bar.

La prova consiste nel misurare il tempo occorrente per ottenere un incremento di pressione da -0,55 a -0,50 bar.

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

Classificazione del conglomerato cementizio in base al valore di permeabilità all'aria espresso in secondi.

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

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

TEMPO	GIUDIZIO	CATEGORIA
< 30	Scarso	0,00
30 – 100	Sufficiente	1,00
100 – 300	Discreto	2,00

300 – 1000	Buono	3,00
> 1000	Eccellente	4,00

Resoconto di prova

Dovrà comprendere:

data della prova;

caratteristiche fisiche dell'area analizzata;

provenienza e caratteristiche dell'impasto usato; tipo e granulometria degli aggregati; rapporto A/C; tipo e dosaggio del cemento; dosaggio e tipo di eventuali additivi; contenuto d'aria nel calcestruzzo fresco;

classe di permeabilità del conglomerato cementizio determinata sulla base dei risultati ottenuti, che dovranno essere tabellati e riportati su grafico;

ogni altra informazione utile.

7.2.1.3 Prova di assorbimento d'acqua

La prova di assorbimento d'acqua alla pressione atmosferica sarà eseguita secondo UNI7699.

7.2.1.4 Prova di scagliatura in presenza di cloruri

La prova sarà eseguita secondo la norma UNI vigente.

7.2.1.5 Prova di penetrabilità dei cloruri e solfati

La prova di penetrabilità dei cloruri sarà eseguita secondo le norma UNI7928.

La prova di penetrabilità dei solfati sarà eseguita secondo le norma UNI8019.

7.2.1.6 Controlli in corso d'opera

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

Per consentire l'effettuazione delle prove in tempi congruenti con le esigenze di avanzamento dei lavori, il Contraente Generale dovrà disporre di uno o più laboratori attrezzati, per l'esecuzione delle prove previste, in cantiere e/o all'impianto di confezionamento, ad eccezione delle determinazioni chimiche che dovranno essere eseguite presso un Laboratorio Ufficiale.

Le prove potranno essere sul cls fresco o sul cls indurito, eseguite con le modalità descritte nel paragrafo dedicato ai controlli in fase di qualifica o secondo quanto descritto nei paragrafi successivi.

7.2.2 Inerti

Gli inerti oltre a soddisfare le prescrizioni precedentemente riportate dovranno appartenere a classi granulometricamente diverse e mescolati nelle percentuali richieste formando miscele granulometricamente costanti tali che l'impasto fresco ed indurito abbia i prescritti requisiti di resistenza, consistenza, aria inglobata, permeabilità e ritiro.

La curva granulometrica dovrà, in relazione al dosaggio di cemento, garantire la massima compattezza al conglomerato cementizio.

Il diametro massimo dell'inerte dovrà essere scelto in funzione delle dimensioni dei copriferri ed interferri, delle caratteristiche geometriche delle casseforme, delle modalità di getto e del tipo di mezzi d'opera.

I controlli saranno quelli riportati in tabella 2 nel paragrafo precedente.

7.2.3 Resistenza dei conglomerati cementizi

Durante l'esecuzione delle opere cementizie per la determinazione delle resistenze a compressione dei conglomerati, per la preparazione e stagionatura dei provi-

ni, per la forma e dimensione degli stessi e relative casseforme, dovranno essere osservate le prescrizioni previste dall'allegato 2 delle Norme Tecniche del D.M. 9 Gennaio 1996.

Ad integrazione di tali norme, la Direzione dei Lavori ordinerà n. 3 (tre) prelievi costituiti ciascuno da n. 2 provini in modo da poter assoggettare uno dei prelievi a prove preliminari di accettazione presso il laboratorio di cantiere, o altro posto nelle vicinanze del cantiere stesso, resta inteso che il secondo prelievo andrà sottoposto a prove presso un Laboratorio ufficiale ed il terzo prelievo sarà utilizzato, all'occorrenza, nel caso si rendesse necessario eseguire altre prove.

Nel caso che il valore della resistenza caratteristica cubica (R_{ck}) ottenuta sui provini assoggettati a prove nei laboratori di cantiere risulti essere inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la DL potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare la sospensione dei getti dell'opera d'arte interessata in attesa dei risultati delle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali.

Qualora anche dalle prove eseguite presso Laboratori ufficiali risultasse un valore della R_{ck} inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto, ovvero una prescrizione del controllo di accettazione non fosse rispettata, occorre procedere, a cura e spese del Contraente Generale, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non conforme sulla base della resistenza ridotta del conglomerato, ovvero ad una verifica delle caratteristiche del conglomerato messo in opera mediante prove complementari, o col prelievo di provini di calcestruzzo indurito messo in opera o con l'impiego di altri mezzi di indagine.

Tali controlli e verifiche formeranno oggetto di una relazione supplementare nella quale si dimostri che, ferme restando le ipotesi di vincoli e di carico delle strutture, la R_{ck} è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge.

Se tale relazione sarà approvata dalla Direzione Lavori il calcestruzzo verrà contabilizzato in base al valore della resistenza caratteristica trovata.

Nel caso che la R_{ck} non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, il Contraente Generale sarà tenuto a sua cura e spese alla demolizione e rifa-

cimento 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 Rck risulterà maggiore a quella indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto.

Nel caso in cui la DL richieda il prelievo di campioni da strutture già realizzate e stagionate, questo prelievo da eseguire in contraddittorio, potrà avvenire sia asportando un blocco informe dal quale ricavare successivamente i provini di forma cubica, sia eseguendo carotaggi dai quali ricavare i provini di forma cubica, sia eseguendo carotaggi dai quali ricavare un numero adeguato di provini cilindrici mediante operazioni di taglio e verifica delle basi.

Sulle opere già eseguite potranno essere eseguite prove non distruttive, a mezzo di sclerometro od altre apparecchiature.

Con lo sclerometro le modalità di prova saranno le seguenti:

- nell'intorno del punto prescelto dalla Direzione Lavori verrà fissata un'area non superiore a $0,1 \text{ m}^2$, su di esso si eseguiranno 10 percussioni con sclerometro, annotando i valori dell'indice letti volta per volta. Si determinerà la media aritmetica di tali valori;
- verranno scartati i valori che differiscono più di 15 centesimi dall'escursione totale della scala sclerometro;
- tra i valori non scartati, se non inferiori a 6, verrà dedotta la media aritmetica che, attraverso la tabella di taratura dello sclerometro, darà la resistenza a compressione del calcestruzzo;
- se il numero dei valori non scartati è inferiore a 6 la prova sarà ritenuta non valida e dovrà essere rieseguita in una zona vicina;
- di norma per ciascun tipo di sclerometro verrà adottata la tabella di taratura fornita dalla relativa casa costruttrice. La DL si riserva di effettuare in contraddittorio la taratura dello sclerometro direttamente sui provini che successivamente verranno sottoposti a prova distruttiva di rottura a compressione.

Per l'interpretazione dei risultati è buona norma procedere anche a prove di confronto su strutture le cui prove di controllo abbiano dato risultati certi.

Nella eventualità di risultati dubbi, si dovrà procedere al controllo diretto della resistenza a rottura per compressione mediante prove distruttive su provini prelevati direttamente in punti opportuni delle strutture, secondo le metodologie precedentemente richiamate.

La stima delle caratteristiche meccaniche sui provini cubici e/o cilindrici ricavati dal carotaggio della struttura potrà essere effettuata adottando la metodologia di seguito descritta.

L'affidabilità della stima della resistenza caratteristica del conglomerato cementizio si dovrà basare sul numero di provini n il cui diametro, di norma non inferiore a 100 mm, dovrà essere compreso tra 2,5 e 5 volte il diametro massimo dell'aggregato impiegato.

Il rapporto tra altezza e diametro del provino cilindrico tra il valore $s = 1,0$ e $s = 1,2$.

Nel caso di provini cubici si assume $s = 1,0$.

Per ogni lotto di conglomerato di 100 m³ di conglomerato cementizio indagato o frazione, n dovrà essere non inferiore a 4 (quattro).

Al fine di riportare la resistenza misurata sul provino prelevato dalla struttura a quella del corrispondente provino cubico prelevato durante il getto, si dovranno adottare le seguenti relazioni valide rispettivamente per carotaggi eseguiti perpendicolarmente e parallelamente alla direzione di getto:

$$R_i = 2.5 / (1.5 + 1/s)$$

$$R_i = 2.3 / (1.5 + 1/s)$$

Dove è la resistenza a compressione misurata sul singolo provino cilindrico o cubico sottoposto a prova di compressione semplice previste dalla Norma UNI 6132.

Poiché l'attendibilità dei risultati, al 95% dell'intervallo di confidenza, è stimata pari a:

$$12\% / (n)^{1/2}$$

la valutazione della resistenza stimata del lotto di conglomerato cementizio indagato risulta:

$$F_{stim} = (1 - (12\% / (n)^{1/2})) R_i / n$$

dove:

- F_{stim} = resistenza stimata del lotto di conglomerato cementizio;
- n = numero dei provini relativi al lotto di conglomerato cementizio indagato;
- R_i = resistenza cubica del singolo provino prelevato.

Tale resistenza dovrà essere incrementata di un coefficiente b , assunto pari a 1,20, per tenere in considerazione eventuali disturbi arrecati dal carotaggio, differenti condizioni di costipazione, maturazione, conservazione tra il conglomerato cementizio gettato in opera e quello dei provini cubici prelevati per determinare la resistenza caratteristica R_{ck} .

Pertanto, se :

$$(F_{stim} \cdot b) - 3,5 \text{ N/mm}^2 > R_{ck}$$

la resistenza caratteristica del lotto di conglomerato cementizio posto in opera è conforme a quella prevista in progetto;

ovvero, se:

$$(F_{stim} \cdot b) - 3,5 \text{ N/mm}^2 < R_{ck}$$

la resistenza caratteristica del lotto di conglomerato cementizio posto in opera non è conforme a quella prevista nel progetto ed in tal caso la DL, sentito il progettista, al fine di accettare si riserva di adottare più accurate determinazioni e verifiche che saranno a totale carico dell'Impresa.

Le prove di compressione sulle carote o cubi dovranno essere eseguite esclusivamente presso Laboratori Ufficiali.

I dati riscontrati dovranno essere registrati con data, ora e punti di prelievo, comprensivi delle note di commento a cura della DL.

7.2.4 Controllo della lavorabilità

La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono di Abrams (slump), come disposto dalla Norma UNI 9418/89. Detta prova sarà effettuata ad ogni autobetoniera, nei pressi del getto, dal personale del laboratorio dell'Impresa o dal personale dei laboratori di fiducia della Direzione Lavori. Quando la consistenza prevista progettualmente è definita come S1, S2, S3, S4 e S5, l'effettivo abbassamento in centimetri a cui fare riferimento per la valutazione della prova sa-

rà quello riportato nello studio progettuale. Ad ogni controllo verrà redatto un apposito rapporto di prova strutturato secondo le indicazioni della Direzione Lavori. Qualora l'abbassamento, con tolleranza di 1 cm, non fosse quello progettualmente previsto l'autobetoniera sarà allontanata dal cantiere; sarà premura della Direzione Lavori accertare che il conglomerato in essa contenuto non sia oggetto di eventuali manipolazioni, ma bensì sia definitivamente scartato in quanto non idoneo.

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

Per abbassamenti inferiori a 2 cm si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo la norma UNI 8020/89 o con l'apparecchio VEBE secondo la Norma UNI 9419/89.

7.2.5 Controllo del rapporto acqua/cemento

Il rapporto acqua/cemento dovrà essere valutato tenendo conto dell'acqua contenuta negli inerti che di quella assorbita dagli stessi (Norma UNI 8520 parte 13 e 16, condizione di inerte "saturo a superficie asciutta", per la quale l'aggregato non cede e non assorbe acqua all'impasto).

Il suddetto rapporto, dovrà essere controllato secondo le indicazioni riportate nella Norma UNI 6393 (par. 5 e 6), e non dovrà discostarsi di 0.02 da quello verificato in fase di qualificazione della relativa miscela.

Il rapporto a/c dovrà essere controllato in cantiere almeno una volta al giorno, tale rapporto non dovrà scostarsi più del 0.02 da quello verificato in fase di qualificazione della relativa miscela.

7.2.6 Controllo dell'omogeneità del conglomerato cementizio

L'omogeneità del conglomerato cementizio all'atto del getto, dovrà essere verificata vagliando ad umido due campioni, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadrata da 4 mm.

La percentuale in peso del materiale trattenuto nel vaglio dei due campioni non dovrà differire più del 10%, inoltre lo slump degli stessi prima della vagliatura non dovrà differire di più di 30 mm.

Tale controllo sarà eseguito periodicamente in corso d'opera.

7.2.7 Controllo del contenuto di aria

La prova del contenuto di aria dovrà essere effettuata ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante.

Essa verrà eseguita con il metodo UNI 6395 – 72.

Tale contenuto dovrà essere determinato con le cadenze previste al punto 11.3.10 della Norma UNI 9858.

7.2.8 Controllo del contenuto, del tipo e della classe di cemento

Il controllo del contenuto di cemento dovrà essere eseguito su conglomerato cementizio fresco, secondo quanto stabilito dalle Norme UNI 6126 – 72 e 6394 – 69. Particolare attenzione dovrà essere posta nella scelta del luogo di esecuzione, in quanto tale prova deve essere eseguita su conglomerato cementizio fresco, entro 30 minuti dall'impasto.

Il controllo sul tipo e classe di cemento sarà eseguito mediante analisi chimica effettuata presso Laboratori Ufficiali di campioni prelevati in corso d'opera o direttamente presso le centrali di betonaggio.

Tali controlli saranno eseguiti periodicamente in corso d'opera.

7.2.9 Controllo della R_{CKJ}

Potrà essere richiesto il controllo il controllo della R_{ck} per diverse epoche di maturazione su campioni appositamente prelevati durante le operazioni di posa in opera.

7.2.10 Controllo della peso di volume

Potrà essere richiesto il controllo il controllo del peso di volume sia per i cls ordinari sia per i cls alleggeriti.

7.3 Tecnologia esecutiva delle opere

7.3.1 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 dosatura del cemento dovrà sempre essere realizzata con bilancia indipendente e di adeguato maggior grado di precisione, 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 dispositivo dovranno essere tarati almeno una volta al mese o comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori.

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

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

Si dovrà disporre all'impianto, nel caso di guasto dell'apparecchiatura automatica di carico dei componenti, di tabelle riportanti le pesate cumulative dei componenti per tutte le miscele approvate e per le diverse quantità miscelate in funzione della variazione di umidità della sabbia.

Gli inerti dovranno essere tassativamente ed accuratamente lavati in modo tale da eliminare materiali dannosi o polveri aderenti alla superficie.

La percentuale di umidità nelle sabbie non dovrà, di massima, superare l'8% in peso di materiale secco.

Gli inerti dovranno essere stoccati in quantità sufficiente a completare qualsiasi struttura che debba essere gettata senza interruzioni.

Il luogo di deposito dovrà essere di dimensioni adeguate e consentire lo stoccaggio senza segregazione delle diverse pezzature che dovranno essere separate da appositi setti.

Gli aggregati verranno prelevati in modo tale da garantire la rotazione continua dei volumi stoccati.

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 punto 1.5.5.

Per quanto non specificato, vale la Norma UNI 7163 – 79.

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

Se al momento della posa in opera la consistenza del conglomerato cementizio non è quella prescritta, lo stesso non dovrà essere impiegato per l'opera ma scaricato in luogo appositamente destinato dal Contraente Generale.

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

La lavorabilità non potrà essere ottenuta con maggiore impiego di acqua di quanto previsto nella composizione del conglomerato cementizio.

L'impiego di fluidificanti, aeranti, plastificanti, potrà essere autorizzato dalla DL, anche se non previsti negli studi preliminari.

In questi casi, l'uso di aeranti e plastificanti sarà effettuato a cura e spese del Contraente Generale, senza che questa abbia diritto a pretendere indennizzi o sovrapprezzi per tale titolo.

La produzione ed il getto del conglomerato cementizio dovranno essere sospesi nel caso che la temperatura possa scendere al di sotto di 278 K (5 °C), se l'impianto di betonaggio non è dotato di un adeguato sistema di preriscaldamento degli inerti o dell'acqua tale da garantire che la temperatura dell'impasto, al momento del getto sia superiore a 287 K (14 °C).

I getti all'esterno dovranno comunque essere sospesi quando la temperatura scende al di sotto di 263 K (-10 °C).

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

7.3.2 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.

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.

Lo scarico dei componenti nel tamburo delle autobetoniere dovrà avvenire in modo che una parte dell'acqua e di aggregato grosso venga scaricata prima del cemento e degli altri aggregati.

Le betoniere dovranno essere esaminate periodicamente per verificare l'eventuale diminuzione di efficacia dovuta sia all'accumulo di conglomerato indurito o legante che per l'usura delle lame.

Ogni carico di conglomerato cementizio dovrà essere accompagnato da una bolla sulla quale dovranno essere riportati:

- data;
- tipo e classe di conglomerato;
- tipo, classe e dosaggio di cemento;
- dimensione massima dell'aggregato;
- la classe di consistenza;
- i metri cubi trasportati;
- l'ora di partenza dall'impianto di confezionamento;
- la struttura a cui è destinato.

Il Contraente Generale dovrà esibire detta documentazione alla DL.

L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che il Contraente Generale 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 paragrafo precedente della presente sezione.

La lavorabilità dell'impasto sarà controllata, secondo quanto indicato al paragrafo precedente, sia all'uscita dell'impianto di betonaggio o dalla bocca della betoniera, sia al termine dello scarico in opera, la differenza fra i risultati delle due prove non dovrà essere maggiore di 5 cm e comunque non dovrà superare quanto specificato dalla Norma UNI 7163 – 79, salvo l'uso di particolari additivi.

Se il conglomerato cementizio viene pompato, il valore dello “slump” dovrà essere misurato prima dell'immissione nella pompa.

In ogni caso il tempo intercorrente tra il confezionamento all'impianto ed il getto non dovrà essere superiore ai 90 minuti.

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

7.3.3 Posa in opera

I getti dovranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori.

La posa in opera sarà eseguita con ogni cura ed a regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posizionato le armature metalliche.

Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottotondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e delle presenti Norme.

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori.

Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

Le casseforme dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte; in tal senso il Contraente Generale provvederà, a sua cura e spese, alla posa di opportuni ponteggi ed impalcature, previa presentazione ed approvazione da parte della Direzione Lavori dei relativi progetti.

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

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

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

A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione specifica escludendo i lubrificanti di varia natura.

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo.

Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, il Contraente Generale 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 piastre vibranti o attrezzature equivalenti; la regolarità dei getti dovrà essere verificata con un'asta rettilinea della lunghezza di 2,00 m, che in ogni punto dovrà aderirvi uniformemente nelle due direzioni longitudinale e trasversale, saranno tollerati soltanto scostamenti inferiori a 10 mm.

Eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate mediante bocciardatura e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta fine di cemento, 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 del Contraente Generale.

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

- malta fine di cemento;
- conglomerato bituminoso del tipo usura fine, per spessori non inferiori a 15 mm.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento.

Viene poi prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri vengano fissati nella esatta posizione prevista utilizzando fili metallici liberi di scorrere entro tubetti di materiale PVC o simile, di colore grigio, destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio, armato o non armato.

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm misurati dopo la vibrazione.

L'altezza di caduta libera del conglomerato fresco non dovrà mai essere superiore a 100 cm misurati dall'uscita dello scivolo o dalla bocca del tubo convogliatore.

E' vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore.

Durante la posa in opera i vespai di ghiaia, eventualmente formatisi, dovranno essere dispersi prima della vibrazione del conglomerato cementizio.

Per getti in pendenza, dovranno essere predisposti dei cordolini di arresto che evitino la formazione di lingue di conglomerato cementizio troppo sottili per essere vibrare efficacemente.

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

Il Contraente Generale dovrà porre particolare cura nella realizzazione dei giunti di dilatazione o contrazione di tipo Impermeabile (waterstop) , o giunti speciali aperti, a cunei, secondo le indicazioni di progetto.

Quando il conglomerato cementizio deve essere gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori, necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi la normale maturazione.

La massa volumica del conglomerato cementizio indurito, misurata secondo la Norma UNI 6394 su provini prelevati dalla struttura, non dovrà risultare inferiore al 97% della massa volumica della miscela fresca misurata nelle prove di qualificazione e/o di quella dichiarata nel mix design.

7.3.4 Tolleranze geometriche

Gli elementi strutturali devono essere realizzati e posizionati secondo le geometrie e le indicazioni di progetto, salvo variazioni richieste dalla D.L. in specifiche situazioni.

Le tolleranze relative alle strutture in calcestruzzo gettato in opera sono le seguenti:

deviazione dalla posizione relativa: $\pm 10\text{mm}$;

deviazione dalla verticale: $\pm 5\text{ mm}$ in 3 ml, con un massimo di $\pm 15\text{ mm}$.

Il Contraente Generale è tenuto ad eseguire a suo esclusivo onere e spesa tutte le opere e/o lavorazioni sostitutive e/o complementari, comprese le demolizioni, che a giudizio della Direzione Lavori si rendessero necessarie per garantire la piena funzionalità delle strutture in caso di esecuzione non conforme alle specifiche progettuali o alle tolleranze ammesse.

7.3.5 Riprese di getto

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa anche se ciò comporta che il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive, e senza che il Contraente Generale possa avanzare richiesta alcuna di maggiore compensi.

Nel caso ciò non fosse possibile, dopo aver interrotto il getto e prima che inizi il processo di indurimento del cls, la superficie di conglomerato cementizio dovrà essere adeguatamente scalfita fino a diventare sufficientemente rugosa da garantire una perfetta aderenza con i getti successivi.

La Direzione Lavori avrà altresì la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario e senza che il Contraente Generale possa avanzare richiesta alcuna di maggiore compensi, l'utilizzo di opportune resine come aggrappanti per la ripresa di getti. Le caratteristiche e le modalità di applicazione delle resine saranno sottoposte per accettazione alla Direzione Lavori da parte del Contraente Generale.

Tra le diverse riprese di getto non si dovranno avere distacchi, discontinuità o differenze di aspetto e colore.

7.3.6 Posa in opera in climi freddi

Il clima si definisce freddo quando la temperatura risulta inferiore a 278 K (5 °C).

Valgono le prescrizioni riportate nel punto "Confezione dei conglomerati cementizi" della presente sezione.

Si dovrà controllare comunque che la temperatura del conglomerato cementizio appena miscelato non sia inferiore a 287 K (14 °C) e che non siano congelate o innestate le superfici di fondo o di contenimento del getto.

I getti all'esterno dovranno comunque essere sospesi quando la temperatura scende al di sotto di 263 K (-10 °C).

7.3.7 Posa in opera in climi caldi

Se durante le operazioni di getto la temperatura dell'aria supera i 306 K (33 °C), la temperatura dell'impasto non dovrà superare i 298 K (25 °C), per getti massivi tale limite dovrà essere convenientemente abbassato.

Al fine di abbassare la temperatura del conglomerato cementizio potrà essere usato ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua di impasto.

Per ritardare la presa e per facilitare la posa e la finitura del conglomerato cementizio potranno essere eventualmente impiegati additivi ritardanti di presa preventivamente autorizzati dalla DL.

E' tassativo l'obbligo di adottare adeguati sistemi di protezione delle superfici esposte.

Per i tempi di rimozione dei casseri si dovrà rispettare quanto previsto nella Norma UNI 9858.

7.3.8 Stagionatura e disarmo

7.3.8.1 Stagionatura

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 dal Contraente Generale dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

A questo fine le superfici del conglomerato cementizio non protette dalle casseforme dovranno essere mantenute umide il più a lungo possibile e comunque per almeno 7 giorni, sia per mezzo di prodotti antievaporanti (curing), da applicare a spruzzo subito dopo il getto, sia mediante continua bagnatura, sia con altri sistemi idonei.

I prodotti antievaporanti (curing) ed il loro dosaggio dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

Le loro caratteristiche dovranno essere conformi a quanto indicato nella Norma UNI 8656 : tipi 1 e 2.

La costanza della composizione dei prodotti antievaporanti dovrà essere verificata, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, al momento del loro approvvigionamento.

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

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

Di norma viene esclusa la accelerazione dei tempi di maturazione con trattamenti termici per i conglomerati gettati in opera.

In casi particolari la DL potrà autorizzare l'uso di tali procedimenti dopo l'esame e verifica diretta delle modalità proposte, che dovranno rispettare comunque quanto previsto ai seguenti paragrafi.

7.3.9 *Maturazione accelerata con trattamenti termici*

La maturazione accelerata dei conglomerati cementizi con trattamento termico sarà permessa qualora siano state condotte indagini sperimentali sul trattamento termico che si intende adottare.

In particolare, si dovrà controllare che ad un aumento delle resistenze iniziali non corrisponda una resistenza finale minore di quella che si otterrebbe con maturazione naturale.

Dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- la temperatura del conglomerato cementizio, durante le prime 3 h dall'impasto non deve superare 303 K (30 °C);
- il gradiente di temperatura di riscaldamento e quello di raffreddamento non deve superare 15 K/h (°C/h), e dovranno essere ulteriormente ridotti qualora non sia verificata la condizione di cui al successivo quarto punto;
- la temperatura massima del calcestruzzo non deve in media superare 333 K (60 °C);
- la differenza di temperatura tra quella massima all'interno del conglomerato cementizio e ambiente a contatto con il manufatto non dovrà superare i 10 K (10 °C);
- il controllo, durante la maturazione, dei limiti e dei gradienti di temperatura, dovrà avvenire con apposita apparecchiatura che registri l'andamento delle temperature nel tempo;
- la procedura di controllo di cui al punto precedente, dovrà essere rispettata anche per i conglomerati cementizi gettati in opera e maturati a vapore.

In ogni caso i provini per la valutazione della resistenza caratteristica a 28 giorni, nonché della resistenza raggiunta al momento del taglio dei trefoli o fili aderenti, dovranno essere maturati nelle stesse condizioni termo-igrometriche della struttura secondo quanto indicato dalla Norma UNI 6127.

7.3.10 *Disarmo*

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

La rimozione dell'armatura di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze.

In assenza di specifici accertamenti, il Contraente Generale dovrà attenersi a quanto prescritto dal DM 09/01/1996.

Si dovrà controllare che il disarmante impiegato non manchi o danneggi la superficie del conglomerato.

A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione chimica, escludendo i lubrificanti di varia natura.

La DL potrà prescrivere che le murature di calcestruzzo 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 consentirne l'adattamento e l'ammorsamento.

7.3.11 Protezione dopo la scasseratura

Si richiama integralmente il punto 10.6 della Norma 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 impermeabile, si dovrà procedere ad una stagionatura da eseguire con i metodi sopra indicati.

La durata della stagionatura, intesa come giorni complessivi di permanenza nei casseri e di protezione dopo la rimozione degli stessi, va determinata in base alle indicazioni del punto 10.6.3, prospetti XII e XIII, della Norma UNI 9858.

7.3.12 Giunti di discontinuità nelle strutture in conglomerato cementizio

E' tassativamente prescritto che nelle strutture da eseguire con getto di conglomerato cementizio vengano realizzati giunti di discontinuità sia in elevazione che in fondazione onde evitare irregolari e imprevedibili fessurazioni delle strutture stesse per effetto di escursioni termiche, di fenomeni di ritiro e di eventuali assestamenti.

Tali giunti vanno praticati ad intervalli ed in posizioni opportunamente scelte tenendo anche conto delle particolarità della struttura (gradonatura della fondazione, ripresa fra vecchie e nuove strutture, attacco dei muri andatori con le spalle dei ponti e viadotti, ecc).

I giunti saranno ottenuti ponendo in opera, con un certo anticipo rispetto al getto, appositi setti di materiale idoneo, da lasciare in posto, in modo da realizzare superfici di discontinuità (piane, a battente, a maschio e femmina, ecc.) affioranti a faccia vista secondo le linee rette continue o spezzate, e devono seguire le indicazioni di progetto.

I manufatti, di tenuta o di copertura dei giunti, possono essere costituiti da elastomeri a struttura etilenica (stirolo butiadene), a struttura paraffinica (bitile), a struttura complessa (silicone poliuretano, polioossipropilene, polioossicloropropilene), da elastomeri etilenici cosiddetti protetti (neoprene) o da cloruro di polivinile.

In luogo dei manufatti predetti, potrà essere previsto l'impiego di sigillanti.

I sigillanti possono essere costituiti da sostanze oleoresinose, bituminose siliconiche a base di elastomeri polimerizzabili o polisolfuri che dovranno assicurare la tenuta all'acqua, l'elasticità sotto le deformazioni previste, una aderenza perfetta alle pareti, ottenuta anche a mezzo di idonei primers, non colabili sotto le più alte temperature previste e non rigidi sotto le più basse, mantenendo il più a lungo possibile nel tempo le caratteristiche di cui sopra dopo la messa in opera.

E' tassativamente proibita l'esecuzione di giunti obliqui formanti angolo diedro acuto (muro andatore, spalla ponte obliquo, ecc.).

In tali casi occorre sempre modificare l'angolo diedro acuto in modo tale da formare con le superfici esterne delle opere da giuntare angoli diedri non inferiori ad un angolo retto con facce piane di conveniente larghezza in relazione al diametro massimo degli inerti impiegati nel confezionamento del conglomerato cementizio di ogni singola opera.

7.3.12.1 Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature ed oneri vari

Nell'esecuzione dei manufatti contro terra si dovrà prevedere in numero sufficiente ed in posizione opportuna l'esecuzione di appositi fori per l'evacuazione delle acque di infiltrazione.

I fori dovranno essere ottenuti mediante preventiva posa in opera nella massa del conglomerato cementizio di tubi a sezione circolare o di profilati di altre sezioni di PVC o simili.

Il Contraente Generale 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, passi d'uomo, passerelle di ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere di interdizione, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti di impianti.

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

8. PAVIMENTAZIONI 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 sotto indicati, oltre a quanto riportato nei singoli paragrafi.

Il pietrame da utilizzare per massicciate, pavimentazioni, cordoli stradali ecc. dovrà essere conforme a quanto specificato nel R.D. 16 novembre 1939 n.2232.

I pietrischi, i pietrischetti, le graniglie, le sabbie e gli additivi dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R. - Fascicolo n.4 1953.

Le ghiaie e i ghiaietti dovranno corrispondere come pezzatura e caratteristiche ai requisiti stabiliti nella Tabella UNI 27 10 giugno 1945 e successive modifiche.

Dovranno essere costituiti da elementi sani e tenaci, privi di elementi alterati, essere puliti e particolarmente esenti da materie eterogenee, non presentare perdita di peso, per decantazione in acqua, superiori al 2%.

I bitumi e le emulsioni bituminose dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali - caratteristiche per l'accettazione" 1978; "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali" 1958; "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali - campionatura dei bitumi" 1980; "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali - campionatura delle emulsioni bituminose" 1984.

Le pendenze trasversali dei tratti di piste oggetto di interventi dovranno essere tali da permettere il deflusso delle acque piovane, raccordarsi con quelle dei tratti non interessati dai lavori e comunque secondo quanto impartito dall'Ufficio di Direzione Lavori.

8.2 Fondazioni in misto granulare

8.2.1 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 come 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.

8.2.2 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 2,000	15 ÷ 40

Setaccio 0,400

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) Il passante al setaccio n° 4 ASTM dovrà soddisfare i seguenti requisiti:
- IP=NP;
 - Per situazioni in cui $0 < IP < 6$ deve effettuarsi la prova dell'equivalente in sabbia di cui al punto 6;
 - Nel caso in cui l'E.S. è compreso tra 25 e 35 l'Ufficio di Direzione Lavori richiederà la verifica dell'indice di portanza-CBR saturo di cui al punto 7, questo anche se la miscela dovesse contenere più del 60% in peso di elementi frantumati.;
- 6) 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, l'Ufficio di 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;
- 7) 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.

8.2.3 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 della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Verificandosi comunque eccesso 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 dall'Ufficio di 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.

8.2.4 Prove di accettazione e controlli

Prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa dovrà presentare all'Ufficio di Direzione Lavori 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 dall'Ufficio di Direzione Lavori in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo effettuato il costipamento.

8.3 Strati di base

8.3.1 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.

8.3.2 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 (06.06.1974); 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:

$$u = (\text{temperatura di rammolimento alla prova "palla - anello" in } ^\circ\text{C}) - (25^\circ\text{C})$$

$$v = \log(800) - \log(\text{penetrazione bitume in mm a } 25^\circ\text{C})$$

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 2,000	20÷40
Setaccio 0,400	6÷20
Setaccio 0,180	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 rigidità 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 rigidità 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 stessa; non dovrà però superare quest'ultima di oltre 10°C.

8.3.3 *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°C e 170°C, e quella del legante tra 150°C 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 dall'Ufficio di 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 ca-

dano 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.

8.3.4 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.

L'Ufficio di 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 dall'Ufficio di Direzione Lavori 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 $\pm 5,0\%$ e di sabbia superiore a $\pm 3,0\%$ 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 30.03.1973), media di due prove; percentuale di vuoti (B.U. C.N.R. n.39 del 23.03.1973), 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 dall'Ufficio di 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 l'Ufficio di 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.

8.4 Strati di collegamento e di usura

8.4.1 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.

8.4.2 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 - AASHTO 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 AASHTO 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 dell'Ufficio di Direzione Lavori in relazio-

ne alle condizioni locali e stagionali e dovrà rispondere agli stessi requisiti indicati nel paragrafo relativo agli strati di base.

Miscele

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 crivelli e setacci UNI	Passante % totale in peso
Crivello 25	100
Crivello 15	65÷100
Crivello 10	50÷80
Crivello 5	30÷60
Setaccio 2,000	20÷45
Setaccio 0,400	7÷25
Setaccio 0,180	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 2,000	25÷45
Setaccio 0,400	12÷24
Setaccio 0,180	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:

- a) 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 Mar-

shall 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;

- b) elevatissima resistenza all'usura superficiale;
- c) sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa;
- d) 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 d'acqua, non dovrà risultare inferiore a 10-6 cm/s.

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.

8.4.3 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.

8.4.4 Prove di accettazione e controllo

Valgono le stesse prescrizioni indicate per gli strati di base.

9. OPERE A VERDE

9.1 Generalità

Prima dell'inizio delle operazioni di sistemazione a verde, l'Impresa dovrà eseguire, con terreno agrario, le eventuali riprese di erosioni che si fossero nel contempo verificate; le riprese saranno profilate con l'inclinazione fissata dalle modine delle scarpate.

L'Impresa non potrà modificare i piani inclinati degli scavi e dei rilevati che, anche dopo il rivestimento del manto vegetale, dovranno risultare perfettamente regolari e privi di buche, pedate od altro, compiendo a sua cura e spese, durante l'esecuzione dei lavori, e fino al collaudo, le riprese occorrenti per ottenere, nelle scarpate, una perfetta sistemazione.

In particolare si prescrive che, nell'esecuzione dei lavori di impianto, l'Impresa debba procedere in modo da non danneggiare i cigli del rilevato, mantenendo le scarpate con l'inclinazione posseduta ed evitando qualsiasi alterazione, anche prodotta dal pedonamento degli operai.

9.2 Garanzia d'attecchimento

La garanzia decorre dal momento della presa in consegna e la sua durata è fissata nei documenti dell'appalto.

L'Impresa si impegna a fornire una garanzia di attecchimento del 100% per tutte le piante e le aree inerbite, fino al termine del periodo manutentivo, a seguito del quale potrà essere rilasciato il collaudo tecnico amministrativo delle opere a verde.

9.3 Preparazione del terreno e semina degli argini

9.3.1 Caratteristiche del terreno vegetale

La materia da usarsi per il rivestimento delle scarpate dei rilevati dovrà essere terreno agrario, vegetale, proveniente da scotico di aree a destinazione agraria da prelevarsi fino alla profondità massima di 1 metro. Dovrà essere a reazione neu-

tra, sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto e comunque adatto a ricevere una coltura erbacea; esso dovrà risultare privo di ciottoli, detriti, radici ed erbe infestanti.

I concimi minerali semplici o complessi usati per le concimazioni dovranno essere di marca nota sul mercato nazionale, avere titolo dichiarato ed essere conservati negli involucri originali della fabbrica.

9.3.2 *Modalità esecutive*

Prima di effettuare qualsiasi impianto, o semina, l'Impresa dovrà effettuare una accurata lavorazione e preparazione agraria del terreno.

Sulle scarpate di rilevato la lavorazione del terreno dovrà avere il carattere di vera e propria erpicatura, eseguita però non in profondità, in modo da non compromettere la stabilità delle scarpate.

In pratica l'Impresa avrà cura di far lavorare il terreno a zappa, spianando eventuali leggere solcature, anche con l'eventuale riporto di terra vegetale, sì da rendere le superfici di impianto perfettamente profilate.

L'epoca di esecuzione dell'operazione è in relazione all'andamento climatico ed alla natura del terreno; tuttavia, subito dopo completata la profilatura delle scarpate, l'Impresa procederà senza indugio all'operazione di erpicatura, non appena l'andamento climatico lo permetta ed il terreno si trovi in tempera (40÷50% della capacità totale per l'acqua).

Con le operazioni di preparazione agraria del terreno, l'Impresa dovrà provvedere anche alla esecuzione di tutte le opere che si ritenessero necessarie per il regolare smaltimento delle acque di pioggia, come canalette in zolle, incigliature, od altro, per evitare il franamento delle scarpate o anche solo lo smottamento e la solcatura di esse.

Durante i lavori di preparazione del terreno, l'Impresa avrà cura di eliminare, dalle aree destinate agli impianti, tutti i ciottoli ed i materiali estranei che con le lavorazioni verranno portati in superficie.

Per le scarpate in scavo, la lavorazione del terreno, a seconda della consistenza del suolo potrà limitarsi alla creazione di buchette per la messa a dimora di piantine o talee, oppure alla creazione di piccoli solchetti, o gradoncini, che consentano la messa a dimora di piante o la semina di miscugli.

Qualsiasi opera del genere, tuttavia, sarà eseguita in modo tale da non compromettere la stabilità delle scarpate e la loro regolare profilatura.

In occasione del lavoro di erpicatura, e prima della semina, l'Impresa dovrà effettuare a sua cura e spese le analisi chimiche dei terreni in base alle quali eseguirà la concimazione di fondo, che sarà realizzata con la somministrazione di concimi minerali nei seguenti quantitativi:

- concimi fosfatici: titolo medio 18% - 0,8 N/mq (8 q per ettaro);
- concimi azotati: titolo medio 16% - 0,4 N/mq (4 q per ettaro);
- concimi potassici: titolo medio 40% - 0,3 N/mq (3 q per ettaro).

La somministrazione dei concimi minerali sarà effettuata in occasione della lavorazione di preparazione del terreno, di cui si è detto poco sopra.

Quando l'Ufficio di Direzione Lavori, in relazione ai risultati delle analisi dei terreni ed alle particolari esigenze delle singole specie di piante da mettere a dimora, ritenesse di variare tali proporzioni, l'Impresa sarà obbligata ad uniformarsi alle prescrizioni della medesima, senza che ciò costituisca titolo per indennizzi o compensi particolari.

Qualora il terreno risultasse particolarmente povero di sostanza organica, parte dei concimi minerali potrà essere sostituita da terricciati, o da letame ben maturo, da spandersi in modo uniforme sul terreno, previa rastrellatura di amminutamento e di miscelamento del letame stesso con la terra.

Ogni eventuale sostituzione dovrà essere autorizzata per iscritto dalla Direzione Lavori ed il relativo onere deve intendersi compreso nei prezzi unitari d'Elenco.

L'uso dei concimi fisiologicamente alcalini, o fisiologicamente acidi sarà consentito in terreni a reazione anomala, e ciò in relazione al pH risultante dalle analisi chimiche.

Oltre alla concimazione di fondo, l'Impresa dovrà effettuare anche le opportune concimazioni in copertura, impiegando concimi complessi e tenendo comunque

presente che lo sviluppo della vegetazione e del manto di copertura dovrà risultare, alla ultimazione dei lavori ed alla data di collaudo, a densità uniforme, senza spazi vuoti o radure.

Le modalità delle concimazioni di copertura non vengono precisate lasciandone l'iniziativa all'Impresa, la quale è anche interessata all'ottenimento della completa copertura del terreno nel più breve tempo possibile e al conseguente risparmio dei lavori di risarcimento, diserbo, sarchiatura, ripresa di smottamenti ed erosioni, che risulterebbero più onerosi in presenza di non perfetta vegetazione, come pure ad ottenere il più uniforme e regolare sviluppo delle piante a portamento arbustivo.

I concimi usati, sia per la concimazione di fondo, sia per le concimazioni in copertura, dovranno venire trasportati in cantiere nella confezione originale della fabbrica e risultare comunque a titolo ben definito e, in caso di concimi complessi, a rapporto azoto-fosforo-potassio precisato.

Da parte della Direzione Lavori sarà consegnato all'Impresa un ordine di servizio nel quale saranno indicate le composizioni delle concimazioni di fondo, in rapporto al pH dei terreni, da impiegare nei vari settori costituenti l'appalto.

Prima della esecuzione delle concimazioni di fondo, l'Impresa è tenuta a darne tempestivo avviso all'Ufficio di Direzione Lavori, onde questa possa disporre per eventuali controlli d'impiego delle qualità e dei modi di lavoro.

Per le scarpate in scavo sistemate con piantagioni, la concimazione potrà essere localizzata.

Nella eventualità che lo spessore della terra vegetale e la sua natura non dessero garanzia di buon attecchimento e successivo sviluppo delle sementi, l'Impresa è tenuta ad effettuare la sostituzione del materiale stesso con altro più adatto alle esigenze dei singoli impianti.

Resta d'altronde stabilito che di tale eventuale onere l'Impresa ha tenuto debito conto nella offerta di ribasso.

9.3.3 Caratteristiche delle sementi

Per il seme l'Impresa è libera di approvvigionarsi dalle ditte specializzate di sua fiducia; dovrà però dichiarare il valore effettivo o titolo della semente, oppure separatamente il grado di purezza ed il valore germinativo.

L'Impresa dovrà fornire sementi selezionate e rispondenti esattamente a genere, specie e varietà richieste, sempre nelle confezioni originali sigillate e munite di certificato di identità ed autenticità con l'indicazione del grado di purezza e di germinabilità e della data di confezionamento e di scadenza stabiliti dalle leggi vigenti sulla certificazione E.N.S.E. (Ente Nazionale Sementi Elette)

Qualora il valore reale del seme fosse di grado inferiore a quello riportato dalle tavole della Marchettano, l'Impresa sarà tenuta ad aumentare proporzionalmente la quantità di seme da impiegare per unità di superficie.

L'Ufficio di Direzione Lavori, a suo giudizio insindacabile, potrà rifiutare partite di seme con valore reale inferiore al 20% rispetto a quello riportato dalle tavole della Marchettano nella colonna "buona semente" e l'Impresa dovrà sostituirle con altre che rispondano ai requisiti voluti.

9.3.4 Modalità esecutive della semina

A parziale modifica di quanto prescritto in precedenza per le concimazioni, all'atto della semina l'Impresa dovrà effettuare la somministrazione dei concimi fosfatici o potassici, nei quantitativi sopra indicati.

I concimi azotati invece dovranno venire somministrati a germinazione già avvenuta.

Prima della semina, e dopo lo spandimento dei concimi, il terreno dovrà venire erpicato con rastrello a mano per favorire l'interramento del concime.

Il quantitativo di seme da impiegarsi per ettaro di superficie di scarpate è prescritto in 0,12 N (120 kgf). I miscugli di sementi, da impiegarsi nei vari tratti da inerbire, risultano dalla tabella seguente.

In particolare, i vari miscugli riportati nella tabella saranno impiegati nei diversi terreni a seconda delle caratteristiche degli stessi e precisamente:

- miscuglio n.1: in terreni di natura calcarea, piuttosto sciolti, anche con scheletro grossolano.
- miscuglio n.2: in terreni di medio impasto, tendenti al leggero, fertili.
- miscuglio n.3: in terreni di medio impasto, argillo-silicei, fertili.
- miscuglio n.4: in terreni pesanti, argillosi, piuttosto freschi.
- miscuglio n.5: in terreni di medio impasto, in clima caldo e secco.

Specie (N/m2)	Tipo di miscuglio				
	1°	2°	3°	4°	5°
Lolium italicum o Lolium perenne	-	0,023	0,014	0,030	-
Arrhenatherum elatius	0,030	-	-	-	0,020
Dactylis glomerata	0,003	0,025	0,014	0,012	-
Trisetum flavescens	0,007	0,005	0,003	-	-
Festuca pratensis	-	-	0,028	0,020	-
Festuca rubra	0,010	0,007	0,009	0,006	-
Festuca Ovina	-	-	-	-	0,006
Festuca heterophylla	-	-	-	-	0,009
Phleum pratense	-	0,007	0,007	0,012	-
Alopecurus pratensis	-	0,012	0,011	0,016	-
Cynosurus cristanus	-	-	-	-	0,003
Poa pratensis	0,003	0,023	0,018	0,004	0,002
Agrostis alba	-	0,006	0,004	0,004	-
Anthoxanthum odoratum	-	-	-	-	1,000
Bromus erectus	-	-	-	-	0,015
Bromus inermis	0,040	-	-	-	0,012
Trifolium pratense	0,008	0,005	0,006	0,004	-
Trifolium repens	-	0,007	0,004	-	-
Trifolium hybridum	-	-	-	0,006	-
Medicago lupulina	0,003	-	-	-	0,006
Onobrychis sativa	-	-	-	-	0,010
Anthyllis vulneraria	0,010	-	-	-	0,003
Lotus corniculatus	0,006	-	0,002	0,006	0,003
Sommano: (N)	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120

Specie (kgf/ha)	Tipo di miscuglio				
	1°	2°	3°	4°	5°
Lolium italicum o Lolium perenne	-	23	14	30	-
Arrhenatherum elatius	30	-	-	-	20
Dactylis glomerata	3	25	14	12	-
Trisetum flavescens	7	5	3	-	-
Festuca pratensis	-	-	28	20	-
Festuca rubra	10	7	9	6	-
Festuca Ovina	-	-	-	-	6
Festuca heterophylla	-	-	-	-	9
Phleum pratense	-	7	7	12	-
Alopecurus pratensis	-	12	11	16	-
Cynosurus cristanus	-	-	-	-	3
Poa pratensis	3	23	18	4	2
Agrostis alba	-	6	4	4	-
Anthoxanthum odoratum	-	-	-	-	1
Bromus erectus	-	-	-	-	15
Bromus inermis	40	-	-	-	12
Trifolium pratense	8	5	6	4	-
Trifolium repens	-	7	4	-	-
Trifolium hybridum	-	-	-	6	-
Medicago lupulina	3	-	-	-	6
Onobrychis sativa	-	-	-	-	10
Anthyllis vulneraria	10	-	-	-	3
Lotus corniculatus	6	-	2	6	3
Sommano: (kgf)	120	120	120	120	120

Prima dell'esecuzione dei lavori di inerbimento, da parte dell'Ufficio di Direzione Lavori sarà consegnato all'Impresa un ordine di servizio, nel quale sarà indicato il tipo di miscuglio da impiegarsi nei singoli tratti da inerbire.

Ogni variazione nella composizione dei miscugli dovrà essere ordinata per iscritto dall'Ufficio di Direzione Lavori.

Prima dello spandimento del seme, l'Impresa è tenuta a darne tempestivo avviso all'Ufficio di Direzione Lavori, affinché questa possa effettuare l'eventuale prelevamento di campioni e possa controllare la quantità e i metodi di lavoro.

L'Impresa è libera di effettuare le operazioni di semina in qualsiasi stagione, restando a suo carico le eventuali operazioni di risemina nel caso che la germinazione non avvenisse in modo regolare ed uniforme. La semina dovrà venire effet-

tuata a spaglio a più passate per gruppi di semi di volume e peso quasi uguali, mescolati fra loro, e ciascun miscuglio dovrà risultare il più possibile omogeneo.

In alternativa ai miscugli di sementi sopra riportati, ove previsto dagli elaborati progettuali, sarà possibile utilizzare specie erbacee spontanee con spiccate caratteristiche ornamentali, comunemente dette wildflowers. L'utilizzo di tali specie permetterà di creare un prato fiorito che potrà interessare anche alcuni parti della copertura arginale.

Lo spandimento del seme dovrà effettuarsi sempre in giornate senza vento.

La ricopertura del seme dovrà essere fatta mediante rastrelli a mano e con erpice a sacco. Dopo la semina il terreno dovrà venire battuto col rovescio della pala, in sostituzione della normale operazione di rullatura. Analoga operazione sarà effettuata a germinazione avvenuta.

Le scarpate in rilievo o in scavo potranno venire sistemate mediante una semina eseguita con particolare attrezzatura a spruzzo, secondo le prescrizioni dell'Ufficio di Direzione Lavori e dove questa, a suo giudizio insindacabile, lo riterrà opportuno. La miscela da irrorare mediante idroseminatrici sarà composta da un miscuglio di sementi, concime organico, collanti e sostanze miglioratrici del terreno. Saranno impiegati gli stessi quantitativi di sementi e di concime sopra riportati, mentre i collanti dovranno essere in quantità sufficiente per ottenere l'aderenza dei semi e del concime alle pendici delle scarpate.

Dopo eseguito l'impianto, e fino ad intervenuto favorevole collaudo definitivo delle opere, L'Impresa è tenuta ad effettuare tutte le cure colturali che di volta in volta si renderanno necessarie, come sostituzione di fallanze, potature, diserbi, sarchiature, concimazioni in copertura, sfalci, trattamenti antiparassitari, ecc., nel numero e con le modalità richiesti per ottenere le scarpate completamente rivestite dal manto vegetale.

Dal momento della consegna l'Impresa dovrà effettuare gli sfalci periodici dell'erba esistente sulle aree da impiantare e sulle aree rivestite con zolle di prato. L'operazione dovrà essere fatta ogni qual volta l'erba stessa abbia raggiunto un'altezza media di cm 35.

Nel caso si dovessero realizzare aree a prato fiorito, per ottenere un'intensa fioritura, il primo sfalcio dovrà essere effettuato nei mesi di giugno-luglio, a fine fioritura; in questo caso l'altezza media del prato potrà raggiungere i 50-60 cm. Altezze più contenute dell'erba si potranno ottenere effettuando uno sfalcio primaverile (aprile) quando le piante iniziano a produrre gli assi fiorali; in questo modo si avrà una fioritura ridotta, ad un'altezza media di 30-40 cm. Sfalci troppo frequenti impediranno alla maggioranza delle specie di fiorire.

In tutti i casi le operazioni di sfalcio andranno fatte ad un'altezza non inferiore ai 5 cm.

L'erba sfalciata dovrà venire prontamente raccolta da parte dell'Impresa e allontanata entro 24 ore dallo sfalcio, con divieto di formazione di cumuli da caricare.

La raccolta ed il trasporto dell'erba e del fieno dovranno essere eseguiti con la massima cura, evitando la dispersione e pertanto ogni automezzo dovrà avere il carico ben sistemato e dovrà essere munito di reti di protezione del carico stesso.

È compreso nelle cure colturali anche l'eventuale annacquamento di soccorso delle piantine in fase di attecchimento, e pertanto nessun compenso speciale, anche per provvista e trasporto di acqua, potrà per tale operazione essere richiesto dall'Impresa, oltre quanto previsto nei prezzi di Elenco.

9.3.5 Prove di accettazione e controllo

Prima dell'esecuzione dei lavori l'Ufficio di Direzione Lavori controllerà la corrispondenza dei materiali a quanto prescritto in precedenza mediante prelievo di campioni. Durante l'esecuzione dei lavori controllerà altresì la correttezza dei metodi di lavoro.

L'Impresa, peraltro, deve garantire, indipendentemente dai materiali forniti e dal periodo delle lavorazioni, il completo attecchimento delle coltri erbose, che dovranno risultare prive di alcun tipo di vegetazione infestante o comunque diverso da quanto seminato. Qualora, in sede di collaudo, tali condizioni non dovesse verificarsi, l'Impresa, a sua cura e spese, è obbligata a ripetere tutte le operazioni necessarie per ottenere le prescrizioni di cui sopra.

9.4 Realizzazione opere a verde in aree piane e riqualificazione ambientale

9.4.1 Preparazione del letto di semina e delle aree da piantumare

Al fine di ottenere un adeguato piano di semina e di piantumazione dovranno essere effettuate le operazioni di seguito riportate sinteticamente:

- pulizia del soprassuolo e sistematico allontanamento di tutti i materiali residui delle opere di cantierizzazione presenti nell'area;
- lavorazione del terreno fino alla profondità massima di 0,5 - 0,7 m; la profondità di lavorazione potrà variare in funzione delle condizioni strutturali del suolo, prevedendo interventi a profondità maggiori nelle aree in cui è presente una maggiore compattazione del terreno;
- fornitura e spandimento di ammendante organico, ove ritenuto necessario;
- affinamento del letto di semina mediante le adeguate operazioni su terreno precedentemente lavorato.

Le lavorazioni preliminari del terreno sopra indicate dovranno essere eseguite nei periodi idonei, con il terreno in tempera, evitando di danneggiarne la struttura.

Nel corso di questa operazione si dovranno rimuovere pietre e sassi di dimensioni considerevoli che potrebbero impedire la corretta messa a dimora di alberi ed arbusti.

9.4.2 Concimazione di fondo e localizzata

La fertilizzazione ha lo scopo primario di trattare il terreno per nutrire la pianta, pertanto la fertilizzazione deve basarsi soprattutto sull'apporto di ammendanti organici con l'obiettivo di mantenere in pareggio il bilancio umico. Un terreno è considerato "fertile" non solo quando è ricco di elementi, ma quando al suo interno sono ben bilanciate le caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche; per eseguire la concimazione di fondo occorre quindi conoscere le dotazioni del terreno. Attraverso la concimazione di fondo si correggono poi le dotazioni naturali di elementi nu-

tritivi contenuti nel terreno per rimediare ad eventuali carenze e creare una buona riserva di elementi nutritivi.

Dopo il secondo anno dalla messa a dimora dovranno essere eseguite concimazioni mirate qualora si verificchino fenomeni di locale scarso accrescimento, dopo aver analizzato campioni di terreno per accertare eventuali carenze di micro-meso e macro nutrienti.

9.4.3 Caratteristiche del materiale vegetale

Il materiale vegetale da fornire (sementi e piante) dovrà rispondere per genere, specie, compresa l'eventuale entità sottospecifica (varietà e/o cultivar) e dimensioni a quanto indicato nel Progetto.

Tutto il materiale da semina e da trapianto dovrà essere cartellinato, con chiara indicazione del genere e della specie di appartenenza.

Il reperimento in loco è sempre possibile avendo cura di selezionare il materiale che dovrà essere sano per quanto concerne la presenza di danni o malattie causati da fattori biotici e/o abiotici.

Le sementi dovranno essere contenute in imballaggi che devono riportare in modo chiaro e leggibile sul cartellino: la o le specie di appartenenza, le caratteristiche di germinabilità, di purezza e, quando richiesto, il numero di partita E.N.S.E. (Ente Nazionale delle Sementi Elette).

Nelle aree oggetto di piantumazione, in particolare in aree con sesti di impianto poco fitti, oppure in aree a macchia e radura, si prevede la realizzazione di una semina tra le fila ovvero nelle aree non piantumate. In questi casi, in alternativa ai classici miscugli di sementi, sarà possibile utilizzare specie erbacee spontanee con spiccate caratteristiche ornamentali, comunemente dette wildflowers.

Nelle azioni di recupero ambientale l'utilizzo di materiale genetico autoctono e di provenienza locale dovrà essere la norma da adottare al fine di non introdurre genotipi alloctoni. Attualmente l'attività di produzione e commercializzazione di piantine forestali è regolata dalla L.R. n. 10 del 06.07.2007, in attuazione al D.L. 10.11.2003 n. 386 "Attuazione della Direttiva 1999/105/CE relativa alla commer-

cializzazione dei materiali forestali di moltiplicazione". La Regione Emilia Romagna assicura, attraverso la conduzione di vivai forestali regionali, la produzione e distribuzione di piante forestali.

Qualora il materiale vegetale provenga da strutture vivaistiche private, questo dovranno essere dislocate in zone limitrofe o comunque assimilabili, da un punto di vista fitoclimatico, a quelle d'impianto al fine di garantire la piena adattabilità del materiale alle caratteristiche pedo-climatiche del luogo d'impiego.

Dette strutture vivaistiche devono essere organizzate in modo da garantire:

- un'opportuna e mirata sperimentazione, per individuare, nell'ambito dei vari lavori, le caratteristiche genetiche (provenienza, varietà, cultivar, cloni brevettati, ecc.) ottimali, in funzione delle utilizzazioni specifiche;
- l'ottimizzazione delle tecniche di moltiplicazione e d'allevamento, finalizzate sempre al soddisfacimento degli scopi prefissi.

Le piante dovranno rispondere alle specifiche indicate nei documenti d'appalto e secondo quanto riportato nell'elenco prezzi, relativamente alle caratteristiche di altezza, volume del contenitore ed età.

In ogni caso: le piante originate da seme devono avere apparato radicale ben sviluppato, mentre le talee devono avere almeno due radici ben conformate; il fusto e le branche principali dovranno essere esenti da deformazioni, ferite, grosse cicatrici conseguenti ad urti, grandine, scortecciamenti, legature e ustioni da sole, capitozzature, monconi di rami tagliati male, danni meccanici in genere; dovranno inoltre essere esenti da attacchi (in corso o passati) di insetti, funghi, malattie crittogamiche o virus.

La chioma dovrà essere ben ramificata, uniforme ed equilibrata per simmetria e distribuzione delle branche principali e secondarie. L'apparato radicale dovrà presentarsi ben accestito, ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari fresche e sane e privo di tagli.

Le talee dovranno pervenire da zone vicino all'area di intervento, nel caso in cui non vi sia la possibilità di rifornirsi nelle vicinanze andranno acquistate da vivai specializzati che dovranno certificare la provenienza autoctona e garantirne la qualità. Le talee dovranno essere raccolte nel periodo di riposo vegetativo e presentare le gemme laterali in perfette condizioni. Particolare cura dovrà essere posta ad evitare il loro disseccamento.

Si ribadisce infine che le piante dovranno essere autoctone e non devono appartenere a cultivar ornamentali o sterili.

Dalla data di aggiudicazione dei lavori la Ditta incaricata per la realizzazione delle opere di inserimento ambientale dovrà programmare la fornitura delle essenze, verificando la disponibilità delle specie vegetali nelle quantità di progetto presso vivai specializzati.

9.4.4 Periodo di semina e messa a dimora

La messa a dimora del postime dovrà essere effettuata preferenzialmente in autunno, ma non oltre la fine della stagione invernale per evitare i fenomeni di siccità che possono verificarsi nel periodo primaverile.

Tali fenomeni sono negativi ai fini del buon esito delle operazioni di messa a dimora, soprattutto per le specie più esigenti dal punto di vista idrico. Risulta inoltre indispensabile evitare le operazioni di messa a dimora durante i periodi in cui le gelate risultano statisticamente più probabili (ovvero dalla 2a decade di dicembre alla 3a decade di gennaio).

Di seguito il calendario di massima delle più importanti operazioni colturali da effettuarsi per una migliore riuscita dell'impianto:

- 1) ottobre-novembre: messa a dimora e semina di tutte le specie compresa la posa di pali tutori e dei dischi pacciamanti;
- 2) febbraio-marzo: eventuale messa a dimora e semina di essenze che l'andamento meteorologico autunno - vernino dell'anno di impianto non ha permesso; successivamente alla ripresa vegetativa saranno eseguite, ove necessario, potatu-

re di formazione e verificate le eventuali fallanze, che saranno sostituite nel successivo periodo di riposo vegetativo;

3) settembre-ottobre degli anni successivi (2° e 3° anno): verifica della percentuale di attecchimento di tutte le essenze e risarcimento delle eventuali fallanze.

La Direzione dei lavori dovrà avvalersi, per le specifiche aree di competenza, di geologi, agronomi e/o forestali, laureati in scienze ambientali o naturali, di comprovata esperienza in materia di riqualificazione ambientale a carattere naturalistico, in grado di indirizzare puntualmente gli interventi seguendo la filosofia di sistemazione finale complessiva, definendo le eventuali modifiche ritenute necessarie in corso d'opera.

In fase di autorizzazione, devono essere individuati i tecnici di cui si avvalerà la Direzione lavori, i cui nominativi devono essere comunicati al Comune e alla Provincia con la denuncia di inizio lavori. Inoltre il Comune potrà incaricare un tecnico di propria fiducia per la supervisione delle opere di sistemazione finale.

9.4.5 *Tracciamento e picchettamento*

Prima della messa a dimora delle piante e dopo le operazioni di preparazione del letto di semina, la Ditta dovrà predisporre la picchettatura delle aree d'impianto, segnando la posizione nella quale dovranno essere eseguite le piantagioni singole (alberi, arbusti e altre piante segnalate in progetto) e tracciando sul terreno il perimetro delle piantagioni omogenee.

I picchetti che saranno utilizzati potranno essere in plastica o legno, con altezza pari a circa un metro, e dovranno essere opportunamente cartellinati o colorati in funzione della categoria delle essenze impiegate.

9.4.6 *Apertura buche*

Durante la messa a dimora delle piante si ricorrerà all'apertura di idonee buche, manualmente o con adeguato mezzo meccanico. In generale le buche dovranno avere larghezza almeno pari a una volta e mezzo rispetto a quelle del pane di terra, e una profondità corrispondente alle dimensioni della zolla.

Il terreno di impianto dovrà essere idoneo, per caratteristiche fisiche e chimiche, ad ospitare le specie prescelte; in caso contrario occorrerà apportare le opportune correzioni o ammendamenti.

Nella preparazione delle buche è necessario assicurarsi che nella zona in cui le piante svilupperanno le radici non ci siano ristagni di umidità e assicurare il corretto scolo delle acque superficiali.

9.4.7 Messa a dimora delle piante

Prima dell'esecuzione dei lavori la Direzione Lavori controllerà la corrispondenza dei materiali a quanto prescritto in precedenza mediante prelievo di campioni, al fine di evitare la messa a dimora di specie alloctone o esotiche.

L'eventuale uso di cloni dovrà essere esplicitato alla Direzione Lavori prima della messa a dimora.

Il materiale vivaistico da assoggettare a trapianto dovrà essere rimosso, trasportato e messo a dimora in assenza di vento, avendo cura di manipolare il postime in modo tale che le operazioni di trapianto avvengano nel minor tempo possibile dal momento dell'estirpo.

La Ditta avrà cura di approntare a piè d'opera il materiale vivaistico perfettamente imballato, in maniera da evitare fermentazioni e disseccamenti durante il trasporto. In ogni caso le piantine disposte negli imballaggi, qualunque essi siano (ceste, casse, involucri di ramaglie, iute, ecc.) dovranno presentarsi in stato di completa freschezza e con vitalità necessarie al buon attecchimento, quindi dovranno risultare bene avvolte e protette da muschio, o da altro materiale, che consenta la traspirazione e respirazione, e non eccessivamente stipate e compresse.

Nell'eventualità che per avverse condizioni climatiche le piantine, approvvigionate a piè d'opera, non potessero essere poste a dimora in breve tempo, la Ditta avrà cura di liberare il materiale vivaistico ponendolo in opportune tagliole, o di provvedere ai necessari annacquamenti, evitando sempre che si verifichi la pregermogliazione delle talee o piantine. In tale eventualità le piantine, dovranno essere escluse dal piantamento.

Le radici delle piante dovranno essere inserite nella loro posizione naturale, non curvate o piegate, dopo aver asportato eventuali parti danneggiate

Una volta messe a dimora e assestatosi il terreno, le piante devono presentarsi perfettamente verticali, non inclinate; gli apparati radicali non dovranno presentare affioramenti e il colletto dovrà essere ben visibile e non interrato.

A riempimento ultimato, attorno alle piante dovrà mai essere formato un cumulo ma di dovrà realizzare una specie di conca o bacino per la ritenzione dell'acqua necessaria per favorire la ripresa della pianta e facilitare il costipamento e l'assestamento della terra attorno alle radici e alla zolla.

L'acqua da utilizzare per l'annaffiamento e la manutenzione non dovrà contenere sostanze inquinanti e sali nocivi oltre i limiti di tolleranza di fitotossicità relativa.

Nella esecuzione delle piantagioni, le distanze fra le varie piante o talee, indicate precedentemente, dovranno essere rigorosamente osservate. Nel caso la Direzione Lavori ritenga di dover modificare essenze o distanze di messa a dimora diverse da quelle fissate in progetto, dovrà essere comunicato con ordine scritto, e si terrà conto, in aumento o in diminuzione ai prezzi di Elenco, della maggiore o minore quantità di piante adoperate, restando escluso ogni altro compenso alla Ditta.

9.4.8 Pali tutori

L'impiego di tutori è necessario al fine sostenere la nuova piantina in posizione verticale in quanto lo sviluppo delle radici nel terreno procede meglio se la pianta è mantenuta ben ferma in posizione verticale. Inoltre, il sostegno si oppone al movimento ondulatorio dovuto ai venti, che ne compromette la ripresa; l'utilizzo di questi elementi accessori permette di evitare costi onerosi e successivi ripristini della verticalità.

I pali dovranno avere idonee dimensioni proporzionali alla circonferenza e all'altezza di ciascuna essenza botanica (pali in bambù oppure in castagno trattato).

Le strutture di sostegno potranno essere rimosse al termine della 3° stagione vegetativa previa verifica dell'affrancamento della pianta.

9.4.9 Protezioni per i danni da animali

Per tutte le nuove essenze messe a dimora dovrà essere previsto l'impiego di uno *shelter* per la protezione delle giovani piantine da possibili danni arrecati da animali selvatici, inoltre l'impiego di *shelter* aiuterà ad individuare le piante più piccole durante le operazioni di sfalcio meccanico.

Al fine di proteggere le essenze più giovani da eventuali "colpi di calore", dovuti all'impiego di cilindri in plastica, è preferibile l'impiego di *shelter* retinati.

Tali protezioni dovranno essere ancorate al terreno mediante idonee strutture (ad es. picchetti o canne di bambù).

Le strutture di sostegno potranno essere rimosse al termine della 3° stagione vegetativa previa verifica dell'affrancamento della pianta.

9.4.10 Biodischi o pacciamatura

Nella realizzazione di nuovi impianti vegetazionali, la messa a dimora di uno strato pacciamante alla base degli alberi/arbusti risulta indispensabile al fine di ridurre l'insorgenza delle infestanti e di contenere l'evaporazione di acqua dal suolo, permettendo alle giovani piantine di fruire di una maggiore disponibilità idrica anche nel delicato momento dell'attecchimento.

Per tutte le essenze messe a dimora dovrà essere previsto l'impiego di biodischi di materiale naturale biodegradabile, al fine di risolvere problemi di locale aridità dei terreni e/o di grave presenza d'infestanti. Dovranno essere impermeabili alla luce e al fine di garantire la durabilità per almeno due stagioni vegetative dovranno essere opportunamente ancorati al suolo tramite picchetti.

9.4.11 Pulizia delle aree di intervento

Tutti i dispositivi impiegati per contenere le essenze da mettere a dimora e tutti i picchetti o gli elementi serviti per i tracciamenti al termine degli interventi di messa a dimora dovranno essere rimossi dall'area d'intervento.

9.4.12 Collaudo

Fino al collaudo tecnico amministrativo l'Impresa deve garantire, indipendentemente dai materiali forniti e dal periodo delle lavorazioni, il completo attecchimento delle piantine (100%). Qualora, in sede di collaudo, tali condizioni non dovessero verificarsi, l'Impresa, a sua cura e spese, è obbligata a ripetere tutte le operazioni necessarie per ottenere le prescrizioni di cui sopra.

10. FONDAZIONI SPECIALI

10.1 Trattamenti colonnari di terra stabilizzata Jet-Grouting

10.1.1 Generalità

Si definiscono trattamenti jetting gli interventi di consolidamento e miglioramento dei terreni, ottenuti con la miscelazione del terreno in posto con leganti cementizi attraverso la tecnica esecutiva basata sull'impiego dei sistemi jetting (ad uno o più fluidi).

Perforato il terreno, l'iniezione jetting è eseguita di norma in risalita, utilizzando quale circuito di iniezione la batteria di aste di perforazione e l'utensile di disaggregazione, opportunamente corredato di ugelli di iniezione ortogonali all'asse.

Per effetto della rotazione dell'asta durante l'estrazione, l'iniezione jetting realizza una colonna, comunque inclinata, il cui diametro medio nominale dipende dalle modalità e dai parametri di iniezione utilizzati (n° dei fluidi, pressioni e portate di iniezione, velocità di rotazione e di estrazione, numero e diametri degli ugelli di iniezione, ecc.), oltre che dalle caratteristiche granulometriche e meccaniche intrinseche del terreno oggetto di consolidamento.

Nei trattamenti jet rientrano anche ulteriori applicazioni atte alla realizzazione di setti verticali, ottenuti bloccando la rotazione delle aste in fase di iniezione.

Si distinguono i seguenti diversi sistemi tecnologici:

- sistema monofluido
- sistema a due fluidi
- sistema a tre fluidi

10.1.1.1 Sistema monofluido

L'iniezione ad alta pressione della miscela avviene attraverso ugelli laterali portati da una testa detta "monitor", montata all'estremità della batteria di aste di perforazione e solidale all'utensile di disaggregazione.

La miscela, iniettata ad elevata velocità, funge da mezzo disagregante e di miscelazione del terreno circostante.

10.1.1.2 Sistema a due fluidi

Ugelli a fori coassiali montati sul “monitor” permettono la fuoriuscita ad alta velocità della miscela cementizia dal foro centrale insieme a un getto di aria in pressione uscente dal foro anulare. Con tale sistema si riesce a mantenere il getto di miscela cementizia energizzato su più lunga distanza, fungendo l'aria da elemento “contenitore” della rosa di apertura del getto.

10.1.1.3 Sistema a tre fluidi

L'iniezione della miscela avviene attraverso un ugello montato sul “monitor”, mentre la disgregazione del terreno avviene attraverso un secondo ugello, posto al di sopra del primo, che eietta acqua ad elevata velocità. L'efficacia del getto d'acqua è incrementata da un getto coassiale (ed anulare) di aria compressa.

Con tale sistema l'azione disgregante avviene quindi tramite il getto ad elevata velocità di acqua ed aria, mentre la miscela viene iniettata a pressione media nel terreno già disgregato.

	sistema gettiniezione					
	monofluido		bifluido		trifluido	
	disgrega	stabilizza	disgrega	stabilizza	disgrega	stabilizza
mix cemento						
aria						
acqua						

Le colonne ottenute, se previsto dal progetto, possono essere successivamente armate, utilizzando barre in acciaio ad aderenza migliorata o elementi strutturali sia metallici sia in altro materiale.

In funzione delle modalità con cui vengono armate le colonne, l'inserimento dell'armatura può avvenire a colonna fresca, per infissione a pressione ed eventuale rotazione, oppure riperforando le colonne indurite e solidarizzando l'armatura con miscela cementizia avente la stessa composizione della miscela di iniezione.

10.1.2 Prescrizioni tecniche particolari

10.1.2.1 Parametri tipici di jet-iniezione e caratteristiche delle colonne

A puro scopo indicativo, e non vincolante per l'Appaltatore, si riportano parametri tipici della tecnologia di jet-iniezione:

Tabella 10-1 Parametri operativi indicativi dei sistemi jetting

SISTEMI		Monofluido	Bifluido	Trifluido
Pressione pompa miscela	MPa	30÷55	20÷40	2÷10
Portata miscela	l/min	120÷600	120÷600	120÷300
Diametro ugello miscela	mm	2.0÷8.0	2.0÷8.0	2.0÷8.0
Numero ugelli miscela	n°	1÷2	1÷2	1÷2
Rapporto acqua/cemento	-	0.7÷1.2	0.7÷1.2	0.5÷1.2
Pressione pompa acqua	MPa	-	-	20÷55
Portata flusso acqua	l/min	-	-	120÷300
Diametro ugello acqua	mm	-	-	2.0÷8.0
Pressione aria compressa	MPa	-	0.7÷1.7	0.7÷1.7
Portata flusso aria	mc/min	-	7÷18	7÷18
Spessore ugello aria	mm	-	1.0	1.0
Velocità risalita	cm/min	24÷60	24÷48	3÷30
Velocità rotazione	rpm	5÷40	1÷8	0.5÷5

Nota : I valori riportati in tabella sono indicativi e variano in funzione del tipo di terreno da trattare e dei requisiti progettuali: l'Appaltatore, sulla base della propria tecnologia, delle risultanze del campo prove e delle circostanze geologiche, ottimizzerà le proprie scelte operative.

Salvo diverse indicazioni specifiche riportate nel progetto, si riportano, a scopo indicativo, le caratteristiche geometriche e meccaniche minime per i trattamenti di jet-iniezione:

Tabella 10-2 Caratteristiche e limiti di accettabilità delle colonne jet-grouting

SISTEMA	TIPO TERRENO	DIAMETRO MEDIO (m) D.M.	RESISTENZA (MPa) q_u
Monofluido	incoerenti sciolti	0.6 ÷ 0.8	>5 ÷ 6
-	incoerenti da mediamente addensati ad addensati	0.4 ÷ 0.6	>5 ÷ 6
-	coesivi soffici o mediamente compatti	0.4 ÷ 0.6	>1.5 ÷ 2.0

SISTEMA	TIPO TERRENO	DIAMETRO MEDIO (m) D.M.	RESISTENZA (MPa) q_u
-	coesivi molto compatti	0.3 ÷ 0.5	>1.5 ÷ 2.0
Bifluido	incoerenti sciolti	1.0 ÷ 1.5	>5 ÷ 6
-	incoerenti da mediamente addensati ad addensati	0.6 ÷ 1.0	>5 ÷ 6
-	coesivi soffici o mediamente compatti	0.7 ÷ 1.0	>1.5 ÷ 2.0
-	coesivi molto compatti	0.5 ÷ 0.8	>1.5 ÷ 2.0
Trifluido	incoerenti sciolti	1.6 ÷ 2.0	>5 ÷ 6
-	incoerenti da mediamente addensati ad addensati	1.0 ÷ 1.5	>5 ÷ 6
-	coesivi soffici o mediamente compatti	1.2 ÷ 1.6	>1.5 ÷ 2.0
-	coesivi molto compatti	0.6 ÷ 1.0	>1.5 ÷ 2.0

10.1.2.2 Soggezioni geotecniche ed ambientali

Le perforazioni potranno essere eseguite con o senza rivestimento, con circolazione di fluidi di perforazione per l'allontanamento dei detriti e per il raffreddamento dell'utensile.

I fluidi di perforazione potranno essere costituiti da:

- acqua;
- fanghi bentonitici e/o polimerici, questi ultimi biodegradabili; nel caso di impiego di polimeri e/o di additivi per la bentonite, l'Appaltatore dovrà preventivamente al loro uso produrre per tempo gli appositi certificati e schede di sicurezza fornite dal fabbricante dei prodotti, per l'approvazione della DL e dei responsabili dell'ambiente e della sicurezza del cantiere;
- miscele cementizie;
- aria nel caso di perforazione a rotopercolazione con martello a fondo foro, o in altri casi proposti dall'Appaltatore e accettati dalla DL.

I procedimenti e le pressioni di iniezione devono essere determinati, anche per il campo prove, in modo da non provocare modificazioni indesiderate dello stato di deformazione e dello stato di sollecitazione su opere vicine, quali sollevamenti nelle adiacenze; dovranno inoltre evitarsi comunicazioni tra fori o colonne vicine, non ancora indurite. A tal fine l'Appaltatore, sulla base anche delle prove tecnologiche preliminari, dovrà studiare la corretta sequenza di esecuzione.

La verifica di eventuali effetti negativi indotti dai trattamenti eseguiti con jet-grouting sarà effettuata con monitoraggio automatico in continuo, a partire dalla fase di perforazione, con restituzione dei dati, a disposizione dell'Appaltatore, della DL e della Stazione Appaltante, su sistema. L'Appaltatore è tenuto a eseguire il jet-grouting monitorando, con personale tecnico specializzato, in tempo reale gli eventuali effetti indotti sulle preesistenze.

La DL, oltre quanto già previsto in progetto, potrà richiedere specifici controlli topografici e la realizzazione e la gestione di una rete di controllo con strumentazione di monitoraggio geotecnico e strutturale.

10.1.2.3 *Approfondimenti geologici e geotecnici*

L'Appaltatore potrà approfondire le conoscenze geologiche e geotecniche lungo l'asse del tracciato, anche attraverso la realizzazione di ulteriori indagini geologiche.

10.1.2.4 *Preparazione del piano di lavoro e tracciamenti*

Il piano di lavoro dovrà essere predisposto con le seguenti caratteristiche minime:

- massicciata in misto stabilizzato di spessore almeno pari a 50 cm, compattata; in alternativa si prevedrà un getto di magrone per lo spessore minimo di 20 cm,
- superficie con pendenza massima ammessa pari allo 1%,
- capacità portante della piattaforma di lavoro dovrà essere almeno pari a 2 kg/cm².

La quota dei piani di lavoro dovrà essere posta almeno 1,0 m sopra la massima quota dei livelli piezometrici delle falde acquifere presenti nel terreno o prevedibili nel periodo di esecuzione dei lavori.

Il piano di lavoro dovrà essere mantenuto pulito, illuminato e sempre agevolmente percorribile dalle attrezzature impiegate e dal personale addetto al loro funzionamento e controllo; apposite canale di raccolta e di scolo, opportunamente posizionate ed inclinate, favoriranno il deflusso dei residui di perforazione e dei reflui di iniezione, delle acque di scarico e meteoriche, in appositi punti di raccolta, dai

quali, per mezzo di pompe o di altri sistemi di aggettamento, saranno definitivamente allontanate. Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore dovrà presentare alla DL una planimetria riportante la posizione di tutte le colonne da realizzare, incluse quelle di prova; ciascuna colonna dovrà essere identificata da un numero progressivo e dovrà recare specifica indicazione di sequenza. Sulla planimetria devono essere chiaramente indicate le tipologie e le dimensioni di ciascuna colonna.

Prima di iniziare il lavoro, l'Appaltatore dovrà indicare sul terreno la posizione delle colonne mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun elemento; riferimenti anche esterni garantiranno la conservazione degli assi anche dopo l'esecuzione delle colonne.

Ai picchetti dovranno essere applicate targhette, o altra indicazione, che consentano una immediata e chiara individuazione della corrispondenza dell'asse tracciato con la colonna jet-iniettata come da Progetto.

L'Appaltatore è comunque responsabile della idoneità del piano di lavoro predisposto in termini di operatività dei mezzi previsti e di sicurezza di personale addetto e mezzi.

10.1.2.5 Tolleranze di esecuzione

I fori di consolidamento dovranno essere realizzati nella posizione e con le dimensioni nominali definite a seguito del campo prove, con le seguenti tolleranze ammissibili, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto o richieste dalla DL in specifiche circostanze e progressive del progetto:

- coordinate planimetriche dell'asse della colonna a testa foro: ± 2 cm
- scostamento dall'asse teorico: $\pm 2\%$
- lunghezza: ± 15 cm
- nel caso di jettinazione, diametro medio reso: $\pm 10\%$
- quota testa consolidamento: ± 5 cm

Al fine di non limitare troppo il passo fra i fori di consolidamento, l'Appaltatore potrà in alternativa dichiarare differenti e più limitate tolleranze che ritiene essere in grado di rispettare; in tal caso l'Appaltatore dovrà anche dichiarare le modalità operative ed il piano di autocontrollo che attuerà per garantire tale prodotto.

A richiesta dalla DL l'Appaltatore eseguirà il controllo della inclinazione della perforazione.

I limiti di tolleranza indicati hanno valenza generale; per circostanze particolari, quali perforazioni a stretto ridosso di opere preesistenti da salvaguardare, potranno essere imposti limiti più restrittivi, secondo prescrizioni indicate sul Progetto Esecutivo.

L'Appaltatore sarà tenuto ad eseguire a proprio totale onere tutte le opere sostitutive e/o complementari che si rendessero necessarie per rendere piena funzionalità all'opera in caso di esecuzione non rientrante nelle tolleranze specificate, secondo le istruzioni impartite dalla DL.

10.1.3 Materiali

10.1.3.1 Miscela cementizia

E' prescritto un processo iniziale di qualificazione mirato ad accertare sia l'idoneità dei prodotti da aggregare, sia la composizione ottimale per il conseguimento degli obiettivi progettuali posti; in caso di cambio della fornitura del singolo prodotto, o di impianto di preparazione, l'Appaltatore deve ripetere le prove di qualificazione.

Sarà adottata una miscela binaria cemento/acqua il cui rapporto variabile deve essere definito in funzione del sistema operativo, del tipo di terreno, dei parametri di jet-iniezione, nonché dei risultati ottenuti nel campo prove.

L'Appaltatore dichiarerà e certificherà con dovuta documentazione le caratteristiche dei materiali che si propone di utilizzare, indicandone i fornitori e, per quanto riguarda l'acqua, la provenienza.

L'Appaltatore dovrà accertarsi preventivamente che i materiali, aventi le caratteristiche qui richieste, siano disponibili in quantità sufficiente a coprire l'intero prevedibile fabbisogno per l'esecuzione delle colonne previste in progetto, con le scadenze di fornitura atte a soddisfare le esigenze del Programma Lavori.

10.1.3.2 Componenti

10.1.3.2.1 Cemento

Il cemento impiegato dovrà essere scelto in relazione alle esigenze di resistenza richiesta al consolidamento ed alle caratteristiche ambientali considerando, in particolare, l'aggressività dell'ambiente esterno. A tal fine il cemento dovrà rispondere alle caratteristiche previste nelle Norme UNI 9156 e 9606.

10.1.3.2.2 Acqua di impasto

Si utilizzerà acqua chiara di cantiere, dolce, limpida, esente da tracce di cloruri o di solfati, non inquinata da materie organiche, o comunque dannose alla idratazione dei leganti utilizzati.

Le caratteristiche chimico-fisiche devono soddisfare i requisiti specificati nelle norme vigenti e devono rientrare nei limiti indicati in tabella, accertati dall'Appaltatore, preliminarmente all'inizio dei lavori presso un laboratorio ufficiale, mediante analisi chimica:

caratteristica	Limiti di accettabilità
pH	da 5,5 a 8,5
contenuto solfati	SO ₄ ⁻ minore 800 mg/litro
contenuto cloruri	Cl ⁻ minore 300 mg/litro
contenuto acido solfidrico	minore 50 mg/litro
contenuto sali minerali	minore 3000 mg/litro
contenuto sostanze organiche	minore 100 mg/litro
contenuto sostanze solide sospese	minore 2000 mg/litro

Analoga certificazione dovrà essere eseguita ad ogni cambio di fornitura od a richiesta della DL.

10.1.3.2.3 Additivi

E' ammesso l'uso di additivi, come di seguito indicato:

- stabilizzanti, quali disperdenti colloidali (ad es. bentonite in rapporto 1÷3% sull'acqua);
- fluidificanti;
- acceleranti o ritardanti di presa;

- impermeabilizzanti;
- di protezione delle miscele dal dilavamento nel caso di falda in movimento con forte velocità;
- di protezione da eventuali agenti organici presenti nel terreno.

L'adozione di additivi svolge un ruolo importante sulle caratteristiche meccaniche delle miscele e della colonna di terreno stabilizzato, per cui tali effetti saranno verificati ed accettati in funzione degli scopi del trattamento stesso.

Gli additivi che l'Appaltatore si propone di utilizzare dovranno essere sottoposti all'approvazione preventiva della DL. Tutti gli additivi impiegati devono essere conformi alle norme UNI vigenti:

- UNI dalla 7101 alla 7120
- UNI 8145
- EN 934 parte 2
- EN 480 parti 1÷12 relative ai metodi di prova

L'Appaltatore, per ogni additivo impiegato, deve presentare una specifica documentazione indicante:

- le caratteristiche chimico-fisiche,
- le motivazioni d'impiego;
- i dosaggi ottimali;
- eventuali effetti collaterali dell'additivo sulla miscela;
- modalità di miscelazione e scheda di sicurezza.

10.1.3.3 *Preparazione della miscela di jet-iniezione*

Di norma le miscele cementizie di jet-iniezione saranno preparate adottando un dosaggio in peso dei componenti tale da soddisfare un rapporto acqua/cemento:

$$0,7 \leq a/c \leq 1,2$$

Differenti valori, qualora proposti dall'Appaltatore, andranno motivati progettualmente, comprovandone l'idoneità attraverso il campo prove.

10.1.3.4 *Armatura delle colonne*

Ove previsto dal progetto, le colonne jet-iniettate dovranno essere armate, prevedendosi le seguenti possibilità di armatura:

10.1.3.4.1 Tubi in acciaio

Per realizzare l'armatura delle colonne è prescritto l'impiego di tubi aventi caratteristiche geometriche e qualità dell'acciaio conformi a quanto indicato nei disegni di progetto.

I tubi dovranno essere del tipo senza saldature, con giunzioni filettate interne.

Le caratteristiche delle giunzioni (filettatura, lunghezza, sezioni utili) dovranno consentire una trazione ammissibile pari almeno al 70% del carico ammissibile a compressione.

Qualora espressamente autorizzato dalla DL, è ammesso l'impiego di tubi di produzione non nazionale, di caratteristiche meccaniche equivalenti a quanto prescritto in progetto, purché certificati in conformità a quanto prescritto nelle Norme Tecniche 14/01/2008 e successivi aggiornamenti. In particolare per le prove di qualificazione dovrà essere fatto riferimento a alle norme, per:

- 1) Materiali da impiegare: Norme UNI EN 10210 Parti 1a e 2a, UNI EN 10025; EN 10045 Parte 1a;
- 2) Saldature: Norme UNI 5132; UNI 7278;
- 3) Bullonature: Norme UNI 5727; UNI 5591, UNI 5592;
- 4) Collaudi: Norma UNI 10024.

Al fine di garantire l'identificazione e la rintracciabilità dei prodotti approvvigionati, le tubazioni dovranno essere marcate, sull'intera lunghezza di ciascun elemento e a intervalli non inferiori a 3 m, con i parametri definiti nel paragrafo 10 della Norma UNI EN 10210/1a. Di ogni partita di materiale consegnato dovranno essere conservate e rese disponibili alla DL le bolle di consegna e i certificati di prova.

Saranno prelevati campioni per prove meccaniche a carico dell'Appaltatore secondo le prescrizioni che la DL impartirà.

10.1.3.4.2 Profilati in acciaio

Le caratteristiche geometriche e meccaniche dei profilati impiegati dovranno essere conformi a quanto prescritto nei disegni di progetto.

Qualora la lunghezza di progetto superi le lunghezze standard di fabbricazione, o per motivate opportunità di messa in opera, i profilati dovranno essere giuntati; le giunzioni potranno essere saldate e/o imbullonate, realizzate con l'impiego di fazzoletti laterali.

Le giunzioni saranno dimensionate ed eseguite in conformità alle norme in vigore; le saldature dovranno essere eseguite da un operatore qualificato secondo la norma UNI 4634.

Il tipo di giunzione scelta, prima di essere adottata, dovrà essere sottoposto a verifica statica della quale sarà fornita copia alla DL per approvazione.

10.1.3.4.3 Barre in acciaio speciale

Le barre dovranno essere in acciaio del tipo ad aderenza migliorata di qualità e caratteristiche conformi a quanto specificato nelle Norme Tecniche 14/01/2008 e successivi aggiornamenti.

E' consentito, ove espressamente previsto dai disegni di progetto, l'impiego di barre in acciai speciali ed a filettatura continua ad alto limite di snervamento o simili.

Le caratteristiche di tali acciai dovranno essere certificate dal produttore e verificate in conformità alle Norme Tecniche 14/01/2008 e successivi aggiornamenti.

10.1.3.4.4 Vetroresine

Di norma i profilati in vetroresina dovranno essere a sezione circolare, piena o cava, con diametri variabili da 20 a 60 mm; sia in guisa di profilati ed elementi piatti o con geometria particolare: a doppio T, a U, prismatica. Per i profilati a sezione cava si richiedono spessori minimi non inferiori a 5 mm.

La superficie dei profilati dovrà essere del tipo ad aderenza migliorata, ottenuta mediante trattamento di filettatura continua o con apporto di materiale.

I profilati dovranno essere non giuntati per lunghezze fino a 15 m, mentre per lunghezze maggiori la giunzione dovrà essere ottenuta mediante manicotti di resistenza non inferiore a quella del tubo. Non saranno ammesse giunzioni incollate.

L'impiego di profilati con sezioni di geometria particolare (a doppio T, a U, prismatica) e di profilati piatti compositi potrà essere consentito se previsto dal progetto e dopo verifica dell'efficacia da parte della DL

I materiali utilizzati dovranno essere certificati dal produttore. Le caratteristiche minime richieste dovranno essere comprese entro i limiti fissati della seguente tabella:

CARATTERISTICHE	UNITA' DI MISURA	MATRICE		NORME DI RIF.
		POLIESTERE	RESINA EPOSSIDICA	
Massa di volume	Kg/dm ³	16.5÷18.5	18.5 19.5	UNI 7092/72
Contenuto di vetro in percentuale della massa	%	50÷70	60÷75	--
Resistenza a trazione	MPa	400÷650	> 800	UNI 5819/66
Resistenza a flessione	MPa	300÷600	> 750	UNI 7219/73
Resistenza al taglio	Mpa	> 85	> 120	ASTM D 732
Resistenza a compressione	MPa	150÷300	> 450	UNI 4279/72
Modulo di elasticità	MPa	15000÷32000	35000÷42000	UNI 5819/66

10.1.3.4.5 Altri materiali

L'Appaltatore potrà proporre l'uso di armature composte con materiali differenti da quanto sopra indicato, fornendo alla DL, per la relativa eventuale approvazione, ogni necessaria documentazione tecnico/progettuale necessaria alla relativa qualificazione.

10.1.4 Modalità esecutive

Di seguito si indicano le norme tecniche di base che l'Appaltatore dovrà osservare nella realizzazione dei consolidamenti; l'Appaltatore è comunque responsabile della qualità del prodotto finale fornito.

10.1.4.1 Prescrizioni generali

Tutti i sistemi dovranno permettere di realizzare trattamenti verticali o con inclinazioni come prescritte dal Progetto. Numero e potenza delle attrezzature dovranno

essere adeguati per rispettare il Programma Lavori e per raggiungere le profondità di progetto, fermo restando che sia il numero che la potenza delle attrezzature dovranno essere definite in modo tale da evitare effetti indesiderati (ad esempio innalzamenti) sulle preesistenze.

In linea di principio la sequenza operativa deve essere tale che la colonna in corso di esecuzione disti almeno 5 diametri dall'ultima eseguita.

Tale procedura è finalizzata a permettere la maturazione delle colonne già eseguite ed a mitigare il pericolo di comunicazioni fra l'iniezione in corso e le colonne già eseguite; l'Appaltatore è comunque obbligato a segnalare eventuali comunicazioni che venissero rilevate fra la colonna in corso e quante precedentemente eseguite (ribollii in superficie, parziali svuotamenti, ecc), circostanza che porterà a rivalutare la sequenza esecutiva adottata.

Nel caso di realizzazione di trattamenti con colonne jetting compenetrante, le colonne di chiusura del trattamento (colonne pari), poiché l'iniezione avverrà in un terreno già parzialmente impregnato, potranno dare luogo a rifluimenti maggiori. In questo caso, in corso d'opera, si valuterà l'opportunità di ridurre il volume unitario di miscela (ad esempio aumentando la velocità di risalita dell'eiettore).

10.1.4.2 *Attrezzature*

10.1.4.2.1 *Attrezzature di perforazione*

Prima di essere ammesse in cantiere tutte le attrezzature di perforazione dovranno ricevere l'approvazione della DL

In ogni caso devono essere conformi a tutte le norme di sicurezza ed igiene del lavoro vigenti alla data di prima entrata in cantiere.

Per quanto riguarda le caratteristiche meccaniche, esse dovranno rientrare nelle seguenti prescrizioni tecniche:

- la potenza necessaria potrà essere erogata da un motore diesel o elettrico, la cui scelta potrà essere anche funzione dell'ambiente operativo. In ambiente chiuso, quale pozzi e gallerie, sarà obbligatorio l'impiego di motore elettrico, salvo assicurare l'allontanamento dei gas di scarico entro tubazione, la tra-

smissione dell'energia dovrà avvenire per mezzo di un circuito oleodinamico;

- la giunzione e lo svitamento della batteria di perforazione dovrà avvenire per mezzo di apposite morse;
- tutte le attrezzature dovranno essere dotate di un'antenna di altezza appropriata che consenta, salvo particolari circostanze ostative ambientali e/o per lunghezza della colonna, l'iniezione della colonna jetting senza interruzioni dovute all'avvitamento/svitamento di aste nella batteria di perforazione;
- le leve di comando utilizzate dall'operatore dovranno essere servoassistite, con dispositivi parzializzatori e controllabili per mezzo di manometri ed apposite spie;
- ciascuna leva deve essere chiaramente identificata mediante targhetta di funzione del comando, con indicazione della direzione operativa;
- tutte le leve devono tornare automaticamente in posizione di folle in caso di rilascio e devono essere protette per impedirne l'involontario inserimento in caso di urti accidentali;
- la stabilizzazione dell'attrezzatura sull'asse di trattamento dovrà avvenire per mezzo di martinetti;
- l'attrezzatura dovrà essere semovente, dotata di cingoli o ruote a scelta dell'Appaltatore, ma comunque in grado di muoversi liberamente sul piano di lavoro disponibile sulle singole aree d'intervento;
- l'attrezzatura deve essere dotata di dispositivi d'emergenza immediatamente identificabili ed azionabili da terzi per l'immediato arresto in condizioni di emergenza;
- l'attrezzatura deve avere a corredo il manuale di funzionamento ed il catalogo ricambi.

L'attrezzatura deve essere in grado di garantire i limiti di tolleranza posti per la perforazione, impiegando la tipologia di aste, da 1 a 3 vie, prevista in funzione del trattamento da eseguire.

Per la circolazione del fluido di perforazione saranno utilizzate pompe a pistoni con portate non inferiori a 200 l/min e pressioni non inferiori ai 25 bar.

Generalmente in perforazione si utilizzeranno trilame e triconi quali elementi disgregatori, con eventuale impiego di fluido in pressione per facilitare l'avanzamento.

Nel caso di perforazione a rotopercussione con martello a fondo-foro si utilizzeranno compressori con caratteristiche di portata e di pressione adeguate alle prescrizioni di uso dei martelli perforatori adottati.

L'attrezzatura deve rispettare le prescrizioni dei regolamenti vigenti.

10.1.4.2.2 Attrezzatura di registrazione dei parametri di perforazione

Le attrezzature di perforazione, almeno quelle da impiegare per la caratterizzazione geologica delle aree di lavoro, dovranno essere predisposte per il rilevamento dei parametri di perforazione; il sistema dovrà essere al minimo in grado di acquisire e restituire i seguenti valori alle varie quote:

- spinta
- coppia
- velocità di avanzamento
- velocità di rotazione
- energia di perforazione

L'attrezzatura di registrazione, preventivamente approvata dalla DL, dovrà prevedere il controllo dei valori su video installato accanto al quadro comandi dell'operatore, in modo da consentire a questi il controllo delle operazioni.

10.1.4.2.3 Impianto di preparazione miscele cementizie

Le miscele cementizie saranno confezionate utilizzando impianti a funzionamento automatico o semiautomatico, costituiti dai seguenti principali componenti:

- sili per cemento;
- contenitori di additivi;
- bilance elettroniche per componenti solidi;
- vasca volumetrica per acqua, o contaltri elettronici regolabili

- mescolatore primario ad elevata turbolenza (min. 1'500 giri/min);
- vasca di agitazione secondaria e dosatori volumetrici per le miscele cementizie.

L'impianto dovrà essere dimensionato per la produzione dei quantitativi necessari sia per l'operatività dell'impianto di pompaggio, sia per il rispetto delle produzioni previste nel Programma Lavori.

L'impianto dovrà essere certificato nel funzionamento e nella taratura degli strumenti di misura ponderale e volumetrica; la verifica delle tarature potrà essere richiesta dalla DL con periodicità da questa prefissata e comunque ove le circostanze lo suggeriscano.

10.1.4.2.4 Impianto di pompaggio della miscela cementizia

La centrale di pompaggio si comporrà di pompe ad alta pressione per l'invio del fluido disgregante, di pompe a media pressione per l'invio della miscela cementante nel sistema trifluido, e di compressori d'aria quando richiesta dal sistema di iniezione.

Le pompe di iniezione saranno ad alta pressione e dovranno essere dotate di appositi dispositivi automatici di sicurezza che, in caso di anomale sovra-pressioni, ne blocchino il funzionamento. Le loro caratteristiche dovranno essere comunicate dall'Appaltatore alla DL prima dell'inizio lavori.

Le pompe, dotate di dispositivi che consentano la regolazione della portata, dovranno essere provviste di manometri installati direttamente sulla mandata ed in prossimità della perforatrice, sul dispositivo di raccordo tra i tubi ad alta pressione e la batteria delle aste di iniezione. I manometri, di primo impiego, dovranno essere sigillati e muniti di un certificato ufficiale di taratura non anteriore a 3 mesi. Successivamente, con frequenze minime mensili, o inferiori, i manometri dovranno essere verificati direttamente in cantiere con apposita attrezzatura di taratura opportunamente certificata, o, a scelta dell'Appaltatore, in un laboratorio esterno di gradimento della DL. Alle operazioni di verifica potrà assistere un responsabile della DL, che comunque dovrà essere informato delle tarature in corso.

Le pompe dovranno essere dotate di dispositivi che consentano la regolazione della portata; le stesse dovranno garantire, a regime, la normale erogazione di fluido ai seguenti livelli di prestazione:

- pressione di pompaggio fino a 600 bar
- portata di pompaggio fino a 600 l/min

10.1.4.2.5 Linee di jet-iniezione

Tutte le linee di jet-iniezione e tutti i componenti di ciascuna (tubazioni, raccordi, manometri, guarnizioni, eccetera) devono essere idonei a sopportare la pressione massima di impiego prevista pari a 600 bar.

Le linee di convogliamento dei fluidi di iniezione dovranno rispettare i requisiti specifici connessi con le pressioni impiegate:

- gli angoli saranno arrotondati
- le connessioni andranno incatenate fra loro
- la condotta andrà fissata ad intervalli spaziali contenuti a punti non amovibili
- dovranno essere dotate di appositi fusibili di sicurezza, completi di protezione, che entrino in funzione in caso di superamento di predeterminati valori della pressione in linea
- dovranno essere di diametro idoneo ad evitare eccessive perdite di carico.

I punti operativi (centrale e perforatrice) saranno in comunicazione radio-telefonica, prevedendosi segnalazioni sonore di chiamata adeguate alla rumorosità degli impianti.

10.1.4.2.6 Attrezzatura di jet-iniezione

Tale attrezzatura è costituita dalla medesima batteria di aste portate dal braccio di perforazione, movimentate nel corso della perforazione ed impiegate per l'adduzione del fluido di perforazione.

Le attrezzature di jet-iniezione dovranno essere munite di dispositivi atti a regolare la velocità di risalita tramite temporizzatore od altro idoneo dispositivo che deter-

mini una risalita continua, od a scatti uniformi (3÷5 cm) a intervalli prestabiliti; il sistema di risalita dovrà comunque garantire la continuità della colonna resa.

La parte inferiore dell'antenna dovrà essere provvista di evidenti contrassegni posti ad interasse di 10 cm (in prossimità delle aste per una lunghezza totale di almeno 100 cm) allo scopo di poter effettuare un controllo visivo cronometrato della velocità di risalita.

E' richiesta, giornalmente, la verifica dello stato di usura degli ugelli e dei loro diametri nominali ed il controllo dell'efficienza dei giunti della batteria di iniezione.

10.1.4.2.7 Sistema di acquisizione dei parametri di jet-iniezione

Le attrezzature di jet-iniezione dovranno essere dotate di sistema automatico di registrazione e restituzione dei parametri principali di iniezione, ed almeno dei seguenti:

- portate e pressioni di iniezione dei fluidi, a seconda della tecnologia prescelta (mono, bi, tri fluido)
- velocità di rotazione e di risalita del monitor
- volume della miscela iniettata per colonna

I dati acquisiti dovranno essere riportati graficamente in diagrammi singoli in scala che ne consentano un'agevole interpretazione. Alla DL verranno forniti giornalmente sia le restituzioni grafiche cartacee sia i supporti informatici dei dati acquisiti, con programma interpretativo.

La centralina del sistema di acquisizione dati dovrà essere integrata con software per la combinazione dei dati di tutti gli assi trattati e rappresentazione grafica piana e spaziale con relativa restituzione grafica dei dati.

10.1.4.3 Modalità operative

10.1.4.3.1 Perforazione

La perforazione potrà venire eseguita direttamente tramite la batteria di jet-iniezione. Essa sarà munita di appositi dispositivi che, una volta raggiunta la pro-

fondità richiesta, consentiranno di avviare la fase d'iniezione senza operare sostituzioni.

La batteria è portata da sonda a rotazione o rotopercussione; la perforazione avviene con o senza rivestimento continuo e circolazione di fluidi, fino a raggiungere la profondità di progetto

A scelta ed a carico dell'Appaltatore, potranno essere eseguiti dei prefiori con attrezzatura anche distinta.

La scelta del sistema di perforazione è, in funzione del tipo di terreno, di esclusiva responsabilità dell'Appaltatore; la DL potrà richiedere l'adozione di sistemi di perforazione che minimizzino il disturbo arrecato al terreno ed all'ambiente circostante in termini di polveri, rumore e vibrazioni.

Il fluido di perforazione, utilizzato per la lubrificazione dell'utensile e per l'asportazione dei detriti, sarà funzione della tecnologia prescelta e dovrà comunque consentire di operare nel pieno rispetto dell'ambiente. Raggiunta la profondità prevista nel progetto e prima di passare alla fase d'iniezione, verrà occlusa l'uscita del fluido di perforazione utilizzando il sistema prescelto dall'Appaltatore (lancio della biglia, valvola a pressione differenziale, ecc.), convogliando la miscela d'iniezione attraverso gli ugelli laterali predisposti per la idro-demolizione del terreno.

Il metodo di perforazione utilizzato deve essere tale da consentire, durante il trattamento "jet-grouting", la continua risalita del fluido a boccaforo. Nel caso questo non avvenga a causa di franamento delle pareti del foro, l'Appaltatore dovrà sospendere il trattamento ed adottare i rimedi necessari; per esempio l'Appaltatore potrà provvedere alla posa di un rivestimento, il quale dovrà essere rimosso e recuperato contemporaneamente all'estrazione della batteria in fase d'iniezione.

10.1.4.3.2 Jet-iniezione

La definizione dei parametri di jet-iniezione sarà proposta dall'Appaltatore e verificata con l'esecuzione del/i campo prove. I processi di jet-iniezione sono governati dai seguenti fattori:

- pressione **p** del fluido disagregante
- utilizzo di fluido convogliatore del getto del fluido disagregante
- velocità **v** di risalita dell'eiettore
- velocità **w** di rotazione dell'eiettore
- numero e sezione degli ugelli: area **A_u**
- densità della miscela **g_{mix}**

Questi fattori possono essere utilizzati per definire:

- la velocità di eiezione del getto $v_j = c \times h_g \times (p / g_{mix})^{0.5}$
- la portata $Q = v_j \times A_u$
- il volume di iniezione $V_j = Q \times Dt$

Le dimensioni medie della colonna (diametro D_c), ovvero il volume della stessa ($V_c = \pi/4 D_c^2$), dipendono dal volume V_j e dal "rendimento" η dell'iniezione:

$$V_c = \eta V_j$$

$$D_c = \eta (4 V_j / \pi)^{0.5}$$

Il rendimento η dipende soprattutto dalle caratteristiche granulometriche del terreno da trattare, decrescendo con l'addensamento e la coesione dei terreni da trattare.

Nel procedimento la pressione d'iniezione p viene trasformata integralmente in velocità di eiezione v_j , in accordo alla legge di Bernoulli:

$$v_j = [2g (p / \gamma_{mix} + H - DH)]^{1/2}$$

e pertanto l'iniezione non provoca significative variazioni delle pressioni efficaci, a meno che in terreni coesivi teneri sotto falda.

Nella definizione dei parametri operativi della jet-iniezione si dovrà tenere conto :

- della finalità dell'intervento
- delle condizioni stratigrafiche del sito
- delle relazioni che intercorrono fra i valori di portata e di pressione dell'iniezione ed il diametro delle colonne.

L'Appaltatore potrà eventualmente prevedere una fase di prelavaggio (ad acqua) al fine di migliorare la resa dimensionale delle colonne.

Dal punto di vista operativo si prescrivono inderogabilmente le seguenti accortezze:

- in caso di interruzione (accidentale o programmata) dell'iniezione, si prescrive di far ripartire l'iniezione almeno 50 cm al di sotto della quota di interruzione, dopo aver eliminato l'eventuale inconveniente
- in caso di smontaggio della batteria di jet-iniezione, accidentale o programmato, saranno assunte le seguenti precauzioni:
 - l'alimentazione deve essere interrotta alla centrale di pompaggio
 - il monitor recante l'ugello deve rimanere all'interno della perforazione
 - l'operazione deve essere autorizzata dalla centrale di pompaggio.
- la jet-iniezione deve essere avviata/interrotta ad almeno 50 cm dalla superficie operativa.

10.1.4.3.3 Materiale refluo

Particolare attenzione dovrà essere posta nell'osservazione del materiale refluo risalente in superficie nel corso della jet- iniezione:

- La risalita del refluo dovrà essere assolutamente continua; una eventuale interruzione può implicare:
 - la perdita del fluido attraverso non previste vie di fuga, p.e. scantinati attigui, ed il conseguente mancato riempimento della colonna scavata
 - la strozzatura della via di risalita con conseguente, immediato, non voluto, ed altamente rischioso, incremento delle pressioni efficaci e rischi di sollevamento per gli edifici attigui.

Pertanto le operazioni di iniezione, in caso di interruzione della risalita del refluo, andranno immediatamente interrotte.

Il materiale refluo è l'unico indicatore della riuscita delle operazioni in corso: colore e quantità forniscono indicazioni sulla efficacia del trattamento; tali valutazioni do-

vranno essere riportate sul rapportino del sondatore e sulla scheda finale della colonna realizzata. A richiesta della DL, l'Appaltatore preparerà delle vasche di raccolta per la cubatura del refluo di colonne prescelte.

In corrispondenza del piede del fronte di scavo, o nelle sue attinenze, deve essere realizzata una fossa impermeabile atta a raccogliere ogni residuo di perforazione e di jet-iniezione.

10.1.5 Controlli di qualità

10.1.5.1 Generalità

L'Appaltatore dovrà redigere - e sottoporre all'approvazione della DL almeno 30 giorni prima del previsto inizio della lavorazione - il documento; "PIANO DI QUALITA' DI COSTRUZIONE E INSTALLAZIONE – "CONSOLIDAMENTI – JET GROUTING".

Le prove ed i controlli sono a carico dell'Appaltatore e saranno eseguiti in conformità al PROGRAMMA DELLE PROVE E DEI CONTROLLI contenuto nel PQCI.

Di seguito si forniscono le norme tecniche di base che l'Appaltatore dovrà osservare nella esecuzione dei controlli del proprio operato; l'Appaltatore resta comunque responsabile della qualità del prodotto finale, che sarà accettato solo ove rispondente ai seguenti criteri:

- rispondenza ai criteri di tolleranza già specificati
- rispondenza delle colonne alle caratteristiche meccaniche specificate nelle tavole di progetto
- assenza di difetti evidenziati dall'autocontrollo dell'Appaltatore, o rilevati dalla DL, o rilevati dalle prove eseguite, od infine emersi in fase di scavo.

10.1.5.2 Controlli

Prima e durante i lavori dovranno essere eseguiti i seguenti controlli:

- a) Determinazione, anche localmente, delle caratteristiche geologiche e geotecniche del terreno da trattare nel campo prove;
- b) messa a punto del sistema attraverso campo prove;

- c) definizione delle caratteristiche meccaniche del terreno consolidato nel campo prove, con prove eseguite in sito e in laboratorio;
- d) controlli in corso di esecuzione e finali sull'intervento.

10.1.5.3 *Campo prove*

Prima dell'inizio dei lavori, sarà realizzato un campo prove per la determinazione dei parametri ottimali della lavorazione da utilizzare per consentire il raggiungimento dei diametri nominali di progetto.

L'Appaltatore proporrà il programma di campo prove per approvazione alla DL.

Si procederà ad eseguire alcune colonne di prova fuori opera, in una zona in cui le caratteristiche del terreno siano il più possibile rappresentative del terreno da consolidare/impermeabilizzare in fase esecutiva.

Verranno realizzate almeno quattro colonne con profondità tra -1 m da p.c. a - 8 m da p.c., indicativamente due per ogni formulazione di parametri esecutivi.

Per verificare i diametri raggiunti dalle colonne di prova, si procederà ad esporre le colonne mediante lo scavo del terreno circostante e messa a giorno delle stesse fino a dove risulterà possibile.

Inoltre per verificare il raggiungimento dei diametri delle colonne in profondità, saranno poste in opera, preventivamente alla realizzazione delle colonne di prova e mediante perforazioni rivestite, delle barre metalliche verniciate ad una distanza predeterminata rispetto al centro della colonna.

Il posizionamento delle astine sarà effettuato a $\frac{3}{4}$ del raggio nominale della colonna e in corrispondenza di un punto giacente sulla circonferenza nominale della colonna.

Le astine saranno inserite nel terreno mediante utilizzo di un casing metallico, indispensabile per preservarne l'integrità strutturale e la verniciatura. Il casing sarà rimosso dopo l'avvenuto inserimento. Inoltre, l'astina sarà protetta, per tutto il tratto non interessato dall'azione del getto, da uno speciale rivestimento in plastica o in armafex, in modo tale che, al momento dell'estrazione, la parte interessata dalla verniciatura non subisca abrasioni che possano invalidare il risultato del test.

Se le astine, una volta estratte, risulteranno sverniciate dal trattamento di jet grouting, verrà confermato il raggiungimento dei diametri nominali di progetto.

Una volta individuati i parametri ottimali che consentono il raggiungimento dei diametri di progetto, verrà realizzata una terna di colonne simulando le geometrie progettuali, al fine di verificare il grado di compenetrazione delle colonne e quindi la continuità del diaframma.

Analogamente a quanto descritto per le colonne singole, potranno essere effettuate le verifiche ed i controlli già descritti.

Le ulteriori prove e controlli come carotaggi, estrazione di campioni indisturbati per prove di laboratorio e altre prove non distruttive, verranno eseguite come previsto dal presente capitolato.

Dovranno essere eseguiti almeno due carotaggi continui con prelievo di campioni su tutta la lunghezza delle colonne di prova, per valutare la continuità e l'omogeneità del trattamento. I carotaggi verranno ubicati, in linea di principio, in corrispondenza della metà del raggio nominale delle colonne ed in corrispondenza del punto di secanza tra due colonne adiacenti.

10.1.5.3.1 Parametri di iniezione

In linea di principio, per l'individuazione dei parametri esecutivi ottimali, saranno previsti due gruppi di parametri per ogni coppia di colonne, individuando in tal modo i valori di portata e pressione della boiaccia cementizia, la velocità di risalita del monitor, ed i contenuti di cemento per metro cubo di terreno trattato e per metro lineare di colonna.

Nella tabella seguente vengono riportati i valori indicativi all'interno dei quali dovranno essere individuati i parametri per l'esecuzione delle colonne di prova, con tecnica monofluido:

PARAMETRO	UNITA' DI MISURA	VALORE
Step di risalita monitor	10^{-3} m	40 ÷ 50
Velocità di risalita monitor	10^{-3} m/sec	4 ÷ 10
Velocità di rotazione monitor	Giri/min	5 ÷ 40

Diametro degli ugelli	10^{-3} m	1.2 ÷ 4.0
Numero degli ugelli	n.	1 ÷ 2
Pressione d'iniezione	MPa	40 ÷ 55
Portata d'iniezione	10^{-3} m ³ /sec	1 ÷ 10
Rapporto in peso A/C	-	0.9 ÷ 1.3

10.1.5.3.2 Piazzamento

I controlli durante il piazzamento mireranno a verificare il corretto centramento della punta di perforazione rispetto al picchetto che segnala la posizione del foro. La tolleranza concessa è di +/- 2 cm.

L'allineamento della torre di perforazione verrà controllato su due assi fra loro ortogonali, con un livello a bolla d'aria nel caso di fori verticali. Nel caso di fori inclinati la stessa manovra dovrà essere eseguita mediante collimazione dei riferimenti topografici preventivamente installati e livella elettronica in modo da ottenere il raggiungimento dell'orientamento azimutale e della inclinazione di progetto rispettivamente.

La tolleranza rispetto alla direzione (azimut) di progetto è del 2% così come per l'inclinazione.

10.1.5.3.3 Perforazione

Durante la perforazione l'operatore specializzato controllerà almeno una volta che la macchina non si sia spostata dal giusto allineamento, verificandolo con l'uso del livello a bolla nel caso di colonne verticali, con traguardo dei riferimenti topografici e livella elettronica nel caso di colonne inclinate.

Ultimata la perforazione l'operatore specializzato controllerà la quota raggiunta in base alla lunghezza totale della batteria utilizzata ed al franco fuori terra.

La tolleranza riferita alla posizione di inizio e fine colonna è stabilita di +/- 5 cm.

10.1.5.3.4 Iniezione

Durante la fase di iniezione ad alta pressione l'operatore specializzato alla pompa d'iniezione, controllerà sistematicamente che la pressione indicata sul manometro di mandata coincida con i parametri stabiliti.

Lo specialista perforatore, per la buona riuscita della lavorazione, controllerà sistematicamente:

- la velocità di risalita delle aste di perforazione;
- la velocità di rotazione di rotazione delle aste di perforazione;
- la quantità e la regolarità dello spurgo dal punto di perforazione (spoil).

10.1.5.3.5 Controllo dei parametri

Per il controllo in corso d'opera dei parametri di perforazione e di iniezione dovrà essere previsto l'utilizzo di strumentazione per la registrazione in continuo dei parametri.

In particolare dovrà essere possibile controllare i seguenti parametri:

Durante la fase di perforazione:

- 1) Velocità di avanzamento (m/h);
- 2) Velocità di rotazione della punta (rpm);
- 3) Profondità raggiunta (m);
- 4) Coppia di torsione applicata dalla rotary della perforatrice (bar)
- 5) Spinta sull'utensile (bar)

In funzione dei parametri di cui al punto 4 e 5, il sistema sarà quindi in grado di ricavare l'energia di perforazione, in modo da poter fornire una diagrafia per il foro eseguito.

Durante la fase di risalita e iniezione:

- Velocità di risalita dell'utensile (min/m);
- Pressione di iniezione della miscela (bar);
- Portata di iniezione della miscela (l/min) ;
- Velocità di rotazione delle aste di perforazione (rpm);
- Volume di miscela iniettata per metro di risalita (l/m)
- Volume totale di miscela iniettata per la colonna eseguita (l)

Durante l'esecuzione delle colonne l'operatore specializzato verificherà che i parametri di risalita ed iniezione siano conformi a quelli assunti.

I parametri di perforazione e iniezione registrati saranno salvati su supporto magnetico e saranno resi disponibili alla consultazione il giorno successivo in cui è stata effettuata l'attività.

10.1.5.4 Controlli preliminari ed in corso d'opera

Miscele cementizie

I controlli da effettuarsi in fase preliminare riguardano, per ogni tipo di cemento da utilizzare:

(a) il peso specifico dei grani del cemento

(b) la densità iniziale della miscela con rapporto cemento/acqua prescelto per l'uso

La misura del peso di volume deve essere eseguita mediante bilancia Baroid, secondo modalità riportate dalle raccomandazioni API-RP13B citate alla sezione "Normative".

Sono da escludersi altre modalità che non garantiscano il grado di accuratezza sopra citato.

Il risultato della misura deve essere quindi analizzato confrontandolo con il dato fornito dal laboratorio, ammettendo un campo di variabilità massimo di ± 20 g/l. Qualora si registrassero divergenze di ordine superiore, si dovrà effettuare una verifica dei dispositivi di dosaggio dei componenti.

(c) la densità secca finale della stessa miscela

(d) la viscosità

La viscosità viene normalmente controllata, subito dopo il prelievo, con l'imbuto di Marsh, ossia un recipiente tronco- conico con seguenti dimensioni:

- diametro alla base superiore 152 mm
- altezza del tronco di cono 305 mm
- base inferiore costituita da un ugello di diametro interno 4,76 mm ed altezza 50,8 mm

Il cono ha una capienza di 1,5 litri, con relativa taratura; la prova viene eseguita riempiendo il cono con miscela, previa filtratura, e misurandone il tempo di deflusso, in altro contenitore graduato, di 1,0 litri.

(e) il processo di sedimentazione (o decantazione) mediante misure progressive dell'evoluzione fino a stabilizzazione.

La determinazione (c) consente di valutare, in associazione a (b), il contenuto di acqua evaporabile e, in confronto al contenuto totale noto, il rapporto acqua/cemento non evaporabile; tale parametro sarà utile nelle elaborazioni interpretative dei dati sperimentali finali sui campioni di terreno consolidato, per stimarne la composizione.

Il controllo (e) sarà eseguito in cilindri graduati da 1 litro, esprimendo il decorso della decantazione nel tempo, in termini di % di acqua libera.

Le determinazioni (b), (c) ed (e) saranno inizialmente eseguite su campioni confezionati accuratamente in laboratorio in modo da fornire dati basilari di riferimento per i successivi controlli.

Le stesse determinazioni saranno quindi ripetute su campioni di miscela confezionata con l'impianto di cantiere prima dell'inizio del trattamento jet-grouting.

Nell'eventualità di sensibili divergenze dai dati di riferimento su miscele confezionate in laboratorio, se ne dovranno accertare le motivazioni e provvedere di conseguenza.

(f) altre prove

L'Appaltatore dovrà inoltre disporre sul cantiere della attrezzatura per eseguire le seguenti ulteriori misure e prove, a richiesta della DL, od appoggiarsi a laboratorio prove esterno:

- temperatura
- basicità con cartine reagenti Tornasole o misuratore di pH portatile, misurando il pH dell'acqua libera ottenuta dalla prova di pressofiltrazione
- viscosità apparente (Rheometer)
- filtropressa Baroid per la misura dell'acqua libera corrispondente al volume di acqua filtrata in 7,5 minuti, sotto una pressione di 0,7 MPa, dal fango su carta da filtro standardizzata tipo Whatman 50

- tempo di presa

10.1.5.4.1 Controlli e documentazione miscele di iniezione

Le miscele confezionate in cantiere saranno di norma sottoposte ai seguenti cicli di controllo su campioni prelevati alla centrale di miscelazione:

- peso specifico 4 volte al giorno
- viscosità Marsh 4 volte al giorno
- decantazione o resa volumetrica 2 volte al giorno
- tempo di presa 1 volta/settimana
- prelievo di campioni di materiale refluo per prove di compressione a rottura
2 prelievi di coppie di provini al giorno

La DL potrà cambiare la frequenza dei controlli a propria valutazione di opportunità.

I cicli di controllo dovranno essere documentati giornalmente in una apposita tabella, dove saranno specificati:

- data ed ora del prelievo;
- tipo del prelievo;
- valori riscontrati;
- anomalie riscontrate ed eventuali sistemi correttivi adottati;
- numero di identificazione dei provini prelevati;
- nome del responsabile che ha eseguito il prelievo;
- eventuale presenza di rappresentanti della DL

Tipo e frequenza delle prove potranno essere aumentate su richiesta della DL

I cubetti, da sottoporre con frequenza settimanale a prove di resistenza cubica a compressione, avranno dimensioni minime di 7 cm di lato.

L'Appaltatore eseguirà i controlli e le prove richieste nei tempi prestabiliti, a sua cura e spese, presso un laboratorio esterno ufficiale o direttamente, con personale proprio opportunamente addestrato e dotato di tutte le attrezzature necessarie, installate in un apposito ambiente adibito a laboratorio.

La scelta del laboratorio dovrà essere autorizzata ed approvata dalla DL, la quale comunque ha la facoltà di far verificare da un laboratorio esterno, di suo gradimento ed esclusivamente a spese dell'Appaltatore, alcune delle prove eseguite nel laboratorio di cantiere, confrontandone i risultati.

I risultati saranno documentati con rapporti tecnici a frequenza massima settimanale, salvo l'obbligo di segnalare tempestivamente ogni anomalia misurata e/o riscontrata.

Detta documentazione, unitamente ai rapporti di produzione, sarà ritenuta indispensabile ai fini della contabilizzazione del lavoro eseguito.

10.1.5.4.2 Controlli sulle linee di iniezione

La taratura delle cadute di pressione su ciascuna linea di iniezione di lunghezza misurata deve essere eseguita su ciascuna linea, perfettamente identificata mediante riscontri inamovibili, per differenti valori di portata, con periodicità almeno settimanale.

Il rapportino di taratura sarà consegnato alla DL ed i valori di pressione successivamente letti sulla stessa linea saranno depurati della "perdita" o caduta misurata.

La taratura deve essere comunque ripetuta in caso di modifiche, sostituzioni ed intasamenti della linea o di semplici sue componenti.

La mancata taratura di linee di iniezione non consentirà l'ammissione a contabilità di iniezioni eseguite con detta linea.

E' richiesta, giornalmente, la verifica dello stato di usura degli ugelli e dei loro diametri nominali ed il controllo dell'efficienza dei giunti della batteria di iniezione.

10.1.5.4.3 Controlli in perforazione

Nel corso delle perforazioni saranno registrati in automatico almeno i seguenti parametri di perforazione:

- Spinta
- Coppia
- velocità di avanzamento
- velocità di rotazione.

I valori registrati saranno restituiti in diagrammi rappresentativi e consegnati giornalmente, corredati di supporto informatico, alla DL.

10.1.5.4.4 Controlli in iniezione

Tutte le colonne eseguite saranno monitorate al fine di fornire i diagrammi temporali dei seguenti parametri:

- portate e pressioni di iniezione dei fluidi, a seconda della tecnologia prescelta (mono, bi, tri fluido)
- velocità di rotazione e di risalita del monitor
- volume della miscela iniettata

I valori registrati saranno restituiti in diagrammi rappresentativi e consegnati giornalmente alla DL, corredati del supporto informatico.

10.1.5.4.5 Controlli sul materiale refluo

Saranno eseguiti controlli periodici sia quantitativi che qualitativi del materiale rifluo durante l'esecuzione delle colonne, anche a richiesta della DL. Tale controllo sarà comunque attuato nella fase preliminare dedicata al campo prove. Dietro richiesta della DL, saranno prelevati campioni di materiale refluo per l'esecuzione delle seguenti prove:

- catalogazione e descrizione;
- determinazione del peso specifico;
- analisi granulometrica.

Sul terreno circostante la zona di trattamento dovrà essere installata una rete di capisaldi, atta ad individuare qualsiasi tipo di movimento che potrebbe essere indotto durante l'esecuzione della jet-iniezione. In particolare, in presenza di edifici e/o di opere d'arte, fognature, oleodotti, gasdotti, ecc., durante i trattamenti i controlli dovranno essere svolti con frequenza giornaliera. In caso di accertati sollevamenti e danneggiamenti i controlli dovranno essere svolti con frequenza maggiore ed anche oraria, in funzione dell'importanza dell'opera e della sua potenziale pericolosità/criticità.

10.1.5.5 Prove di laboratorio

Le prove prescritte saranno eseguite su tutti i campioni, carotati e/o prelevati dal materiale refluo, ed inviati al laboratorio; in caso di buona stabilizzazione dei risultati e di assenza di anomalie geologiche, la DL potrà rivedere le frequenze di prova, pur comunque conservandosi l'obbligatorietà dei prelievi e della conservazione dei campioni per ogni futura necessità.

a. Preparazione dei provini

I provini ricevuti dal cantiere saranno conservati in ambiente umido fino alla data prevista di prova. Si procederà quindi alla sformatura.

b. Caratteristiche volumetriche

Su ogni provino si determina il peso di volume naturale.

c. Prove di compressione semplice

Le prove vengono eseguite a velocità di deformazione controllata, in ragione di 0,5 mm/min, con lettura e registrazione della pressione e della deformazione ogni 0,1 mm fino a rottura ed oltre se possibile.

Di norma si opera su coppie di provini, alla seguente età di stagionatura :

7 giorni

14 giorni

28 giorni

d. Altre prove

Potranno essere richieste, in funzione delle finalità del progetto, altri tipi di prova quali :

- prove triassiali
- prove di permeabilità diretta

e. Elaborazione dei dati sperimentali

Dai dati sperimentali si eseguiranno le elaborazioni per ottenere :

- curve sforzi-deformazioni p/δ
- resistenze alla compressione R_c
- modulo tangente iniziale (elastico) E'
- modulo secante a rottura (elasto-plastico) E_f

f. Giudizio dei dati sperimentali

I dati sperimentali vanno confrontati con quelli richiesti dal progetto.

10.1.5.6 *Controlli finali*

Completato l'intervento, l'idoneità dello stesso dovrà essere verificata per mezzo di prelievi di carote continue per l'intera lunghezza della colonna, al limite del diametro minimo richiesto.

Il centro del carotaggio dovrà essere posizionato a una distanza dal centro della colonna pari al raggio della colonna stessa meno 10 cm. I carotaggi dovranno essere eseguiti con doppio carotiere con almeno 100 mm di diametro nominale della carota estratta, prevedendo anche l'impiego di utensili diamantati.

Per le colonne compenstrate il carotaggio dovrà avvenire in corrispondenza della zona di compenetrazione. Il numero dei prelievi dovrà essere non inferiore al $1 \div 2\%$ delle colonne eseguite.

La percentuale di carotaggio estratto non dovrà risultare inferiore all'85% della lunghezza teorica della colonna e il recupero percentuale modificato (RPM) non dovrà essere inferiore al 50%.

Qualora una carota risultasse di lunghezza complessiva inferiore all'85% della lunghezza teorica della colonna o si rivelasse non perfettamente compatta e omogenea, la DL avrà facoltà di richiedere all'Appaltatore l'esecuzione di ulteriori prove, che saranno eseguite anch'esse a cura e spese dell'Appaltatore stesso, anche mediante il coinvolgimento di laboratori esterni e/o ditte qualificate, scelte dall'Appaltatore ed approvate dalla DL.

Qualora i risultati ottenuti evidenziassero delle discontinuità nel trattamento eseguito, l'Appaltatore dovrà sottoporre alla DL una proposta operativa atta a risanare la zona ritenuta inaccettabile. Eseguita l'integrazione, sulla zona saranno ripetute le prove necessarie per verificarne l'idoneità.

Su campioni scelti dalla DL, ricavati dal predetto carotaggio continuo, e da preparare in laboratorio, con altezza pari a 1.0-1.25 volte il diametro della carota, dovranno essere eseguite le prove di compressione monoassiale, dalle quali si dovranno ottenere valori di resistenza cilindrica a rottura non inferiori al 95% della media dei valori riscontrati nelle carote prelevate dal campo prova.

Qualora vengano richieste delle prove di permeabilità, nel caso di trattamenti per realizzare cortine impermeabili, il valore del coefficiente di sicurezza ottenuto dovrà risultare inferiore al limite imposto dal progetto, e comunque mai superiore a 1×10^{-6} m/s

Resistenze inferiori a quelle minime previste e/o valori di permeabilità superiori al valore limite richiesto determineranno l'inaccettabilità della colonna.

In tal caso l'indagine verrà estesa ad ulteriori colonne limitrofe per individuare la serie di colonne inaccettabili, che dovrà essere sostituita da una serie costruita in adiacenza.

Le carote estratte da ciascun sondaggio dovranno essere stoccate e conservate in apposite cassette. Ogni carotaggio eseguito dovrà essere corredato dalla seguente documentazione:

- valutazione visiva della qualità delle carote estratte;
- indicazione della percentuale di carotaggio ottenuta;
- indicazione del recupero percentuale modificato (RPM);
- indicazione della lunghezza degli spezzoni di carota estratta;
- individuazioni di eventuali inclusioni di materiale non trattato e relativa valutazione percentuale.

Qualora le colonne di terreno consolidato vengano eseguite al fine di creare una fascia di terreno consolidato all'estradosso delle pareti di scavo in galleria, al fine di verificare, in sito, l'efficacia del trattamento medesimo, dovrà essere eseguita

nel nucleo da scavare, una colonna consolidata della lunghezza utile di 4 m ogni 300 m o frazione di colonne consolidate eseguite.

10.1.5.7 Documentazione finale

Per ciascuna colonna l'Appaltatore dovrà fornire alla DL, entro i tempi previsti (24÷36 ore dalla data di esecuzione della colonna), un rapporto riportante le seguenti informazioni:

- diagrafie di perforazione;
- parametri di jet-iniezione, registrati in automatico;
- n° e diametro degli ugelli;
- caratteristiche e controlli sulla miscela:
 - composizione;
 - densità;
 - viscosità;
 - decantazione.

Inoltre, durante l'esecuzione del campo prova e in tutti i casi in cui vengano richiesti dalla DL:

- materiali reflui:
 - valutazione visiva di colorazione, composizione e quantità;
 - analisi eseguite;
- controlli visivi in caso di scavo a ridosso della colonna: rilievo fotografico e geometrico;
- carotaggi e campionamenti di colonna:
 - descrizione, numerazione ed ubicazione prelievi;
 - analisi di laboratorio;
 - rilievo fotografico;
- carotaggi e campionamenti di terreno attiguo:
 - descrizione, numerazione ed ubicazione prelievi;
 - analisi di laboratorio.

La presentazione della suddetta documentazione autorizzerà la contabilizzazione delle quantità eseguite nei termini contrattuali. Tutta la documentazione dovrà es-

sere consegnata su carta e su supporto magnetico, redatta con i programmi di scrittura e di calcolo più comuni.

Qualora la DL fosse sprovvista del programma, l'Appaltatore dovrà metterne a disposizione una copia ufficiale.

11. PIEZOMETRI

11.1 Piezometri a tubo aperto

L'installazione di piezometri a tubo aperto dovrà essere eseguita in foro di sondaggio con perforazione ad andamento verticale di diametro minimo 145 mm, eseguita a distruzione di nucleo, in terreni di qualunque natura e consistenza compresi trovanti e roccia. L'installazione dovrà avvenire entro tubazioni di rivestimento prima della loro estrazione.

Il tubo del piezometro dovrà essere in PVC, microfessurato per un'altezza che sarà decisa dal Direttore dei Lavori in relazione alla stratigrafia della perforazione. Il tubo dovrà essere rivestito con tessuto non tessuto in filamenti polimerici, di grammatura non inferiore a 200 g/mq; al suo contorno dovrà essere realizzato un filtro poroso mediante ghiaietto calibrato. Il tratto sommitale di almeno 1 m dovrà essere cementato.

Il piezometro dovrà essere completato con pozzetto in conglomerato cementizio e sovrastante coperchio apribile corredato di lucchetto in acciaio inox, posto in opera secondo le indicazioni del Committente.

Il tutto dovrà essere eseguito per dare quanto richiesto a regola d'arte, secondo le indicazioni riportate nei disegni di progetto ed in stretta osservanza delle indicazioni e prescrizioni date di volta in volta dall'Ufficio di Direzione Lavori.

11.2 Piezometri tipo Casagrande

L'installazione di piezometri di tipo Casagrande dovrà essere eseguita in foro di sondaggio con perforazione ad andamento verticale di diametro minimo 145 mm, eseguita a distruzione di nucleo, in terreni di qualunque natura e consistenza compresi trovanti e roccia. L'installazione dovrà avvenire entro tubazioni di rivestimento prima della loro estrazione.

La cella di Casagrande di tipo poroso dovrà essere dotata di doppio tubo e sarà posata alle profondità stabilite dal Direttore dei Lavori in relazione alla stratigrafia della perforazione. La camera di alloggiamento della cella dovrà avere un'altezza di almeno un metro e al contorno della cella dovrà essere realizzato un filtro po-

roso mediante ghiaietto calibrato. Il tratto soprastante la cella dovrà essere impermeabilizzato mediante bentonite in pellet. La parte sommitale di almeno 1 m dovrà essere cementata.

Il piezometro dovrà essere completato con pozzetto in conglomerato cementizio e sovrastante coperchio apribile corredato di lucchetto in acciaio inox, posto in opera secondo le indicazioni del Committente.

Il tutto dovrà essere eseguito per dare quanto richiesto a regola d'arte, secondo le indicazioni riportate nei disegni di progetto ed in stretta osservanza delle indicazioni e prescrizioni date di volta in volta dall'Ufficio di Direzione Lavori.

11.3 Misuratori elettrici e datalogger

All'interno dei piezometri dovranno essere installati sensori piezometrici elettrici dotati di datalogger per la registrazione dei dati in continuo. La profondità di posa dei sensori dovrà essere decisa dalla Direzione Lavori in relazione alla profondità dei piezometri

11.4 Prove di accettazione e controllo

Prima della messa in funzione dei piezometri e dei misuratori con datalogger l'Ufficio di Direzione Lavori controllerà:

- l'efficienza dei piezometri mediante misure manuali della falda
- l'efficienza dei misuratori con datalogger mediante raffronto con le misure manuali. Durante l'esecuzione dei lavori controllerà altresì la correttezza dei metodi di lavoro.

CAPO 3

ARTICOLO UNICO DI ELENCO PREZZI

Art. unico Compenso a corpo per la realizzazione degli *Lavori di adeguamento funzionale dell'arginatura maestra di Po in comune di Boretto (RE) per il contrasto dei fenomeni di filtrazione - 1° Lotto*.

Il presente prezzo a corpo comprende tutte le lavorazioni e le opere esposte nel seguito e/o riportate nelle tavole di progetto (tavole BRTT 3101, BRTT 3102, BRTT 3103, BRTT 3104, BRTT 3105, BRTT 3106, BRTT 3107, BRTT 3108, BRTT 3109, BRTT 3110, BRTT 3111, BRTT 3112, BRTT 3113, BRTT 3114, BRTT 3115, BRTT 3116, BRTT 3117), da eseguirsi con le forme, le dimensioni plano-altimetriche e le modalità costruttive riportate nelle suddette tavole di progetto che qui si intendono integralmente allegate, nonché con le modalità previste nelle Specifiche Tecniche del presente Capitolato Speciale di Appalto.

Il prezzo a corpo è stato formato utilizzando i prezzi elementari desunti dal corrente prezziario regionale 2019 della Regione Emilia-Romagna per opere e lavori pubblici (Delibera G.R. n.1055 del 24.06.2019, pubblicata nel BURERT n° 217 parte seconda), o mediante formulazione di nuovi prezzi elementari.

Per i prezzi unitari non riconducibili a prezzi standard (ad esempio, in virtù delle specificità della lavorazione) si è proceduto con Analisi dei Prezzi seguendo lo schema previsto dall'Art.32 del DPR 207/2010.

Nello specifico, il prezzo a corpo compensa la realizzazione di quanto descritto nel seguito.

Realizzazione di colonne in jet grouting

Elaborati grafici specifici di riferimento: BRTT 3112, BRTT 3113, BRTT 3114, BRTT 3115, BRTT 3116, BRTT 3117.

Gli interventi in progetto consistono nella realizzazione di uno schermo impermeabile mediante ca. 249 colonne secanti di Jet-grouting di lunghezza 25.5 m, diametro 1000 mm ed interasse 750 mm, affiancate ai diaframmi plastici esistenti (di lunghezza ca. 15 m, realizzati a partire dal piede arginale lato fiume) nel tratto in questione, compreso tra la sezione 45bis e 48bis, per una lunghezza dell'intervento di 187 m.

Opere preparatorie ed accessorie

Elaborati grafici specifici di riferimento: BRTT 3114, BRTT 3115.

Pima della realizzazione delle colonne in jet grouting si prevedono le seguenti lavorazioni.

1. Formazione di rampe e pista di cantiere lato golena, della larghezza minima pari a 4 m, ad adeguata distanza dalle aree di manovra delle macchine di cui al successivo punto 5;
2. realizzazione di pozzetti esplorativi ad interasse di circa 20 m di intervento e dimensioni indicative di 5.0x1.0x2.5 m, finalizzati a verificare l'esatto posizionamento planimetrico dei diaframmi plastici esistenti; tali saggi hanno anche lo scopo di valutare la situazione dell'area dal punto di vista archeologico;
3. contestuale esecuzione di un rilievo topografico piano altimetrico, con restituzione di piano quotato, per la ricostruzione del tracciato dei diaframmi medesimi;
4. eventuale parziale rimozione del ringrosso arginale lato fiume allo scopo di scoprire il tracciato dei diaframmi esistenti e di predisporre l'area operativa per gli interventi in progetto;
5. messa in quota, rispetto al piano stradale, delle aree immediatamente a tergo del sovrizzo arginale lato fiume (spessore medio 30 cm) al fine di creare aree piane per il movimento ed il posizionamento dei macchinari per le perforazioni ed iniezioni;
6. realizzazione di piazzale con soletta in calcestruzzo debolmente armato ciascuno di superficie indicativa pari a 50 mq e di spessore 20 cm, da utilizzarsi per gli impianti di miscelazione e vasche di stoccaggio;
7. demolizione della soletta di cui al precedente punto 6 con conferimento a discarica del materiale di risulta;
8. smantellamento piste e rampe e reinterro/rifacimento dell'argine per il ripristino della geometria iniziale.

Piezometri

Elaborati grafici specifici di riferimento: BRTT 3114.

Il progetto prevede la posa di n. 2 piezometri per il controllo della falda di cui:

- uno di tipo Norton: a tubo aperto, profondità 12 m - 9 m, tubo cieco e ultimi 3 m tubo finestrato;
 - uno di tipo Casagrande, con la cella posta a profondità di 25 m,
- posti entrambi in sommità arginale in prossimità della sez. 46.

Tali piezometri saranno realizzati all'inizio dei lavori mediante carotaggio a distruzione di nucleo con circolazione diretta dei fluidi, e verranno attrezzati con strumenti per la misura in continuo dei livelli di falda e *datalogger*.

Il prezzo a corpo, oltre a quanto sopra richiamato, comprende e compensa, oltre alle spese generali e agli utili di impresa, tutti i costi per la sicurezza.

a corpo € 926'300.17

(Euro novecentoventiseimilatrecento/17)