Comune di STAZZANO
Provincia di ALESSANDRIA

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO
(LAVORI A CORPO)

OGGETTO:
LAVORI DI CONSOLIDAMENTO E SISTEMAZIONE IDROGEOLOGICA DEL VERSANTE SOTTOSTANTE IL CASTELLO NEL CONCENTRICO DELL'ABITATO

COMMITTENTE:
COMUNE DI STAZZANO

	Euro
Totale importo esecuzione lavorazioni	847.935,86
Oneri indiretti per l'attuazione dei piani di sicurezza	12.860,57
Importo totale a base d'appalto	860.796,43
Somme a disposizione dell'amministrazione	369.203,57
Totale progetto	1.230.000,00

Il presente Capitolato consta di n° ... fogli numerati da pagina 1 a pagina ..., compreso il frontespizio.

Data

Il PROGETTISTA

Nel seguito, si farà riferimento a:

- D. Lgs. 18 aprile 2016, n. 50 (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); Legge n. 55/2019 (Conversione, con modificazioni, del decreto-legge 18 aprile 2019, n. 32, recante disposizioni urgenti per il rilancio del settore dei contratti pubblici, per l'accelerazione degli interventi infrastrutturali, di rigenerazione urbana e di ricostruzione a seguito di eventi sismici);
- D.P.R. n. 207 del 2010: decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010, n. 207 - Regolamento di esecuzione ed attuazione del Codice dei contratti pubblici, limitatamente agli articoli:
  - da 14 a 43 (progettazione);
  - da 60 a 96 (sistema di qualificazione delle imprese e SOA);
  - da 215 a 238 (collaudo);
  - R.U.P. (Responsabile unico del procedimento)
- Decreto n. 81 del 2008 (decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro);
- DURC (Documento unico di regolarità contributiva): il documento attestate la regolarità contributiva previsto dall'articolo 90, comma 9, lettera b), decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 e
  dall'allegato XVII, punto 1, lettera i), allo stesso decreto legislativo, nonché dall'articolo 2 del decreto-legge 25 settembre 2002, n. 210, convertito dalla legge 22 novembre 2002, n. 266;
- Attestazione SOA: documento che attesta la qualificazione per una o più categorie, nelle pertinenti classifiche, rilasciato da una Società Organismo di Attestazione
  - «lista»: la lista delle lavorazioni e forniture previste per la esecuzione dell'opera o dei lavori.

PARTE PRIMA

DEFINIZIONI ECONOMICHE, AMMINISTRATIVE E TECNICHE

CAPO 1.1

NATURA E OGGETTO DELL'APPALTO

Art. 1.1.1
OGGETTO DELL'APPALTO

1. L'oggetto dell'appalto consiste nell'esecuzione di tutti i lavori e forniture necessari per realizzare l'intervento di cui al comma 2.

2. L'intervento è così individuato:

LAVORI DI CONSOLIDAMENTO E SISTEMAZIONE IDROGEOLOGICA DEL VERSANTE SOTTOSTANTE IL CASTELLO NEL CONCENTRICO DELL'ABITATO

3. Sono compresi nell'appalto tutti i lavori, le prestazioni, le forniture e le provviste che si rendono necessarie per consegnare il lavoro completamente compiuto e secondo le condizioni stabilite dal capitolato speciale d'appalto, dotato di tutte le caratteristiche tecniche, qualitative e quantitative previste dal progetto esecutivo e dai relativi allegati, relativamente anche ai particolari costruttivi e ai progetti esecutivi, dei quali l'appaltatore dichiara di aver preso completa ed esatta conoscenza.

4. Le opere comprese nell'appalto, salvo eventuali variazioni disposte dall'Amministrazione ai sensi del successivo articolo 1.7.1, nonché degli articoli 10, 11 e 12 del capitolato generale d'appalto D.M. 19/04/2000 n. 145, risultano dagli elaborati di progetto di seguito elencati:

Allegato 01 – Elenco elaborati
Allegato 02 – Relazione tecnica generale
Allegato 03 – Relazione geologica
Allegato 04 – Relazione geotecnica e di calcolo
Allegato 05 – Relazione idraulica
Allegato 06 – Computo metrico estimativo + IMO
Allegato 07 – Elenco prezzi
Allegato 08 – Quadro economico dei lavori
Allegato 09 – Cronoprogramma dei lavori
Allegato 10 – Documentazione fotografica
Allegato 11 – Capitolato Speciale di Appalto
Allegato 12 – Tavole progettuali
Allegato 13 – Piano di manutenzione
Allegato 14 – P.S.C. + allegati

Le sopra elencate opere dovranno soddisfare tutte le prescrizioni e le modalità tecniche e costruttive generali di cui ai seguenti Capi 3.1 3.2, le caratteristiche descrittive e prestazionali relative alle singole lavorazioni specificate nel Capo 3.3.

5. L'esecuzione dei lavori viene effettuata sempre secondo le regole dell'arte, e l'appaltatore deve agire con la massima diligenza nell'adempimento dei propri obblighi.

6. Anche ai fini dell'articolo 3, comma 5, della legge n. 136 del 2010 e dell'articolo 1.12.9 del presente capitolato:

a) il Codice identificativo della gara (CIG) relativo all'intervento è il seguente: …….
b) il Codice Unico di Progetto (CUP) dell'intervento è il seguente: B54H14002040002

Art. 1.1.2
SUDDIVISIONE IN LOTTI

Ai sensi dell'articolo 51 del D. Lgs. 50/2016, la stazione appaltante dichiara che l'appalto non è stato suddiviso

in lotti funzionali di cui all’articolo 3, comma 1, lettera qq), ovvero in lotti prestazionali di cui all'articolo 3, comma 1, lettera ggggg) in quanto ai sensi dell'art. 51, comma 1, del D.Lgs. 50/2016, la suddivisione in lotti funzionali non risulta economicamente conveniente, posto che l'affidamento unitario garantisce il conseguimento di migliori condizioni economiche, attraverso economie di scale, ed evita interferenze rischiose per la sicurezza e la salute dei lavoratori impiegati, ed inoltre non può produrre effetti restrittivi della concorrenza in danno alle micro-piccole e medie imprese, stante il valore economico oggettivamente modesto dell’appalto e le attività prestazionali oggetto dei servizi non esigono specializzazioni, né qualifiche particolari che impongano, giustificano o rendano anche solo opportuna una suddivisione in lotti

Art. 1.1.3
AMMONTARE DELL'APPALTO

1. L’importo dell’appalto posto a base dell’affidamento è definito come segue:

		Importi in €
LC	Importo lavori a corpo	860.796,43
LC	Importo lavori	860.796,43
di cui oneri di sicurezza diretti		12.860,57
di cui costo della manodopera		405.622,94
SD	Somme a disposizione	369.203,57
LC + SD	Importo complessivo dei lavori	1.230.000,00

LAVORI A CORPO

	CORPI D'OPERA	Importi in €	Perc.
1	001 INTERVENTO DI CONSOLIDAMENTO DI MONTE SU VIA AL SEMINARIO	383.668,47	45,247
2	002 INTERVENTO DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL VERSANTE SOTTOSTANTE VIA AL SEMINARIO E SOPRASTANTE VIA MONTESPINETO	283.351,25	33,417
3	REGIMAZIONE DELLE ACQUE DEI RII CONFLUENTI NELL’ATTRAVERSAMENTO ESISTENTE TOMBIANATO LATO VALLE	180.916,14	21,336

CATEGORIE ALL. A - D.P.R. 207/2010

	CATEGORIE OMOGENEE	Importi in €	Perc.
1	OS21 - Opere strutturali speciali	340.767,65	40,188
2	OS12B - Barriere paramassi, fermaneve e simili	317.483,10	37,442
3	OS12A - Barriere stradali	14.722,02	1,736
4	OG3 - Strade, autostrade, ponti, viadotti	74.817,95	8,824
5	OS1 - Lavori in terra	81.500,10	9,494
6	Economie	19.645,04	2,317

2. L'importo contrattuale è costituito dalla somma degli importi determinati nella tabella di cui al comma 1, al netto del ribasso percentuale offerto dall'appaltatore in sede di gara sul solo importo relativo all'esecuzione del lavoro a corpo al netto del costo della manodopera.

3. Non sono soggetti al ribasso i seguenti importi, che restano fissati nella misura determinata nella tabella di

cui al comma 1:
a) importo del costo della manodopera relativo al lavoro a corpo determinato nella tabella di cui al comma 1, al rigo A.1, ai sensi dell'articolo 81, comma 3-bis, del Codice dei contratti;
b) importo degli oneri per l'attuazione dei piani di sicurezza, ai sensi dell'articolo 131, comma 3, primo periodo, del Codice dei contratti e del punto 4.1.4 dell'allegato XV al Decreto n. 81 del 2008, che resta fissato nella misura determinata nella tabella di cui al comma 1, rigo B.

Art. 1.1.4
MODALITA' DI STIPULAZIONE DEL CONTRATTO

1. Il contratto viene stipulato interamente "a corpo" ai sensi del D. Lgs n. 50 del 2016. L'importo del contratto, come determinato in sede di gara resta fisso e invariabile, senza che possa essere invocata da alcuna delle parti contraenti alcuna successiva verificazione sulla misura o sul valore attribuito alla quantità.

2. Il prezzo convenuto non può essere modificato sulla base della verifica della quantità o della qualità della prestazione, per cui il computo metrico estimativo, posto a base di gara ai soli fini di agevolare lo studio dell'intervento, non ha valore negoziale. Ai prezzi dell'elenco prezzi unitari di cui agli articoli 32 e 41 del D.P.R. n. 207 del 2011, utilizzabili esclusivamente ai fini di cui al successivo comma 3, si applica il ribasso percentuale offerto dall'appaltatore in sede di gara, con gli stessi criteri di cui all'articolo 2, commi 2 e 3, del presente Capitolato speciale.

3. I prezzi unitari di cui al comma 2, ancorché senza valore negoziale ai fini dell'appalto e della determinazione dell'importo complessivo dei lavori, sono vincolanti per la definizione, valutazione e contabilizzazione di eventuali varianti, addizioni o detrazioni in corso d'opera, se ammissibili ai sensi dell'articolo 106 del D. Lgs. 50/2016, e che siano estranee ai lavori già previsti nonché agli eventuali lavori in economia di cui all'articolo 1.4.2.

4. I rapporti ed i vincoli negoziali si riferiscono agli importi come determinati ai sensi dell'articolo 1.1.3, commi 2 e 3.

Art. 1.1.5
CATEGORIE DEI LAVORI

Le categorie di lavoro previste nell'appalto sono le seguenti:

CATEGORIA PREVALENTE

	Descrizione	Importi in €	Perc.
OS21	OS21 - Opere strutturali speciali	340.767,65	40,188

CAPO 1.2

DISCIPLINA CONTRATTUALE

Art. 1.2.1
APPLICAZIONE DEL CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO E DELLE DISPOSIZIONI DI LEGGE VIGENTI

1. L'appalto e il conseguente contratto devono rispettare tutte le condizioni stabilite nel presente Capitolato Speciale d'Appalto e nel Capitolato Generale d'Appalto.

2. L'Appaltatore deve altresì rispettare tutte le norme vigenti ed in particolare regolamenti edilizi, d'igiene, di polizia urbana, dei cavi stradali, sulla circolazione stradale, sulla sicurezza ed igiene del lavoro vigenti al

momento dell'esecuzione delle opere (sia per quanto riguarda il personale dell'Appaltatore stesso, che di eventuali subappaltatori, cottimisti e lavoratori autonomi), le disposizioni impartite dalle AUSL, le norme CEI, UNI, CNR.

3. Dovranno inoltre essere osservate le disposizioni di cui al D. Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i., in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro, di segnaletica di sicurezza sul posto di lavoro, nonché le disposizioni di cui al D.P.C.M. 1 marzo 1991 e s.m.i. riguardanti i "limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno", alla Legge 447/95 e s.m.i (Legge quadro sull'inquinamento acustico) e relativi decreti attuativi, al D.M. 22 gennaio 2008, n. 37 e s.m.i. (Regolamento concernente attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici), al D. Lgs. 03 aprile 2006, n. 152 e s.m.i. (Norme in materia ambientale) e alle altre norme vigenti in materia.

Art. 1.2.2
INTERPRETAZIONE DEL CONTRATTO E DEL CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

1. Nel caso in cui vi sia discordanza tra i vari elaborati di progetto, si intende valida la soluzione più aderente alle finalità per le quali il lavoro è stato progettato e comunque quella che meglio risponde ai criteri di ragionevolezza e di buona tecnica esecutiva.

2. Nel caso vi siano norme del presente capitolato tra loro non compatibili o apparentemente non compatibili, si applicano 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 e delle disposizioni del presente capitolato, è effettuata tenendo conto delle finalità del contratto e dei risultati ricercati con l'attuazione del progetto approvato; per ogni altra evenienza si applicano gli articoli da 1362 a 1369 del Codice civile.

Art. 1.2.3
DOCUMENTI CHE FANNO PARTE DEL CONTRATTO

1. Fanno parte integrante e sostanziale del contratto d’appalto, ancorché non materialmente ad esso allegati:

a) il capitolato generale d’appalto approvato con decreto ministeriale 19 aprile 2000, n. 145, per quanto non in contrasto dal presente Capitolato speciale o non previsto da quest’ultimo;
b) il capitolato speciale d'appalto;
c) relazione ed elaborati grafici di progetto;
d) l’elenco dei prezzi unitari;
    1. il piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'articolo 100 del D. Lgs. 81/2008 e al punto 2 dell'allegato XV allo stesso decreto, nonché le proposte integrative al predetto piano di cui all'articolo 100, comma 5, del D. Lgs. 81/2008, qualora accolte dal coordinatore per la sicurezza;
e) il piano operativo di sicurezza di cui all’articolo 89, comma 1, lettera h), del D. Lgs. 81/2008 e al punto 3.2 dell’allegato XV allo stesso decreto;
f) il cronoprogramma;
g) le polizze di garanzia;

2. Devono intendersi contrattualmente vincolanti tutte le leggi e le norme vigenti in materia di lavori pubblici e in particolare:

a) il D. Lgs. 50/2016;
b) il D.P.R. n. 207 del 2010, per quanto applicabile;
c) le leggi, i decreti, i regolamenti e le circolari ministeriali emanate e vigenti alla data di esecuzione dei lavori nonché le norme vincolanti in specifici ambiti territoriali, quali la Regione, Provincia e Comune in cui si eseguono le opere oggetto dell'appalto;
d) delibere, pareri e determinazioni emanate dall'Autorità Nazionale AntiCorruzione (ANAC);
e) le norme tecniche emanate da C.N.R., U.N.I., C.E.I.

Art. 1.2.4

DISPOSIZIONI PARTICOLARI RIGUARDANTI L'APPALTO

1. La sottoscrizione del contratto da parte dell'appaltatore vale come dichiarazione di perfetta conoscenza e incondizionata accettazione anche dei suoi allegati, della legge, dei regolamenti e di tutte le norme vigenti in materia di lavori pubblici, di tutte le norme che regolano il presente appalto e del progetto per quanto attiene alla sua perfetta esecuzione.

2. 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 ogni altra circostanza che interessi i lavori, che, come da apposito verbale sottoscritto col R.U.P., consentono l'immediata esecuzione degli stessi.

Art. 1.2.5
QUALIFICAZIONE DELL'APPALTATORE

1. Per quanto riguarda i lavori indicati dal presente Capitolato, fermo restando quanto previsto dall'articolo 84, comma 12 e dall'articolo 90, comma 8 del D. Lgs. 50/2016 i soggetti esecutori provano il possesso dei requisiti di qualificazione di cui all'articolo 83 del D. Lgs. 50/2016 mediante attestazione da parte degli appositi organismi di diritto privato autorizzati dall'ANAC.

Art. 1.2.6
FALLIMENTO DELL'APPALTATORE

1. La stazione appaltante, in caso di fallimento, di liquidazione coatta e concordato preventivo, o di risoluzione del contratto ai sensi dell'articolo 108 del D. Lgs. 50/2016 ovvero di recesso dal contratto ai sensi dell'articolo 88, comma 4-ter, del D. Lgs. 159/2011, ovvero in caso di dichiarazione giudiziale di inefficacia del contratto, interpella progressivamente i soggetti che hanno partecipato all'originaria procedura di gara, risultanti dalla relativa graduatoria, al fine di stipulare un nuovo contratto per l'affidamento dell'esecuzione o del completamento dei lavori, servizi o forniture. L'affidamento avverrà alle medesime condizioni già proposte dall'originario aggiudicatario in sede in offerta.

Il curatore del fallimento, autorizzato all'esercizio provvisorio, ovvero l'impresa ammessa al concordato con continuità aziendale, potrà partecipare a procedure di affidamento o subappalto ovvero eseguire i contratti già stipulati dall'impresa fallita, fermo restando le condizioni dettate dall'articolo 110 del D. Lgs. 50/2016.

2. Se l'esecutore è un'associazione temporanea, in caso di fallimento dell'impresa mandataria o di una impresa mandante trovano applicazione rispettivamente i commi 17 e 18 dell'articolo 48 del D. Lgs. 50/2016.

Art. 1.2.7
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, inoltre, comunicare, ai sensi e nei modi di cui all'articolo 3 del capitolato generale d'appalto, le generalità di tutte le persone autorizzate a riscuotere.

3. Se l'appaltatore non conduce 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 viene assunta dal direttore tecnico dell'impresa o da altro tecnico, abilitato secondo le previsioni del presente capitolato in rapporto alle caratteristiche delle opere da eseguire. L'assunzione della direzione di cantiere da parte del direttore tecnico avviene tramite 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, per il tramite del direttore di cantiere, assicura e garantisce 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 avvenuti 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 persone di cui ai commi 2, 3 o 4, deve essere immediatamente 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. 1.2.8
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 con riferimento ai sistemi e ai subsistemi 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 presente capitolato 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, la loro provvista, il luogo della loro provenienza e l’eventuale sostituzione di quest’ultimo, si applicano gli articoli 16 e 17 del capitolato generale d’appalto.

3. L'Art. 18 del DM 49/2018 impone al D.L. di effettuare oltre alle verifiche opportune e necessarie per il controllo sull'esecuzione dei lavori a regola d'arte, in conformità al contratto ed al progetto, anche di eseguire le verifiche previste dal Piano nazionale d'azione sul Green public procurement - altrimenti noto come PAN GPP (approvato con decreto interministeriale 11 aprile 2008 ed oggetto di successive revisioni), nonché sul rispetto delle norme in tema di sostenibilità ambientale, tra cui le modalità poste in atto dall'esecutore in merito al riuso di materiali di scavo e al riciclo entro lo stesso confine di cantiere (così art. 6, comma 6, D.M. n. 49/2018 e, per quanto riguarda il RUP, art. 34, Codice contratti pubblici).

4. L’appaltatore, sia per sé che per i propri fornitori, deve garantire che i materiali da costruzione utilizzati siano conformi al D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246.

5. L’appaltatore, sia per sé che per i propri eventuali subappaltatori, deve garantire che l’esecuzione delle opere sia conforme alle «Norme tecniche per le costruzioni» in vigore dal 22 Marzo 2018.

Art. 1.2.9
CONVENZIONI EUROPEE IN MATERIA DI VALUTA E TERMINI

1. Tutti gli atti predisposti dalla Stazione appaltante per ogni valore in cifra assoluta indicano la denominazione in euro.

2. Tutti gli atti predisposti dalla Stazione appaltante per ogni valore contenuto in cifra assoluta, ove non diversamente specificato, devono intendersi esclusi di I.V.A.

3. Tutti i termini di cui al presente capitolato d’oneri, se non diversamente stabilito nella singola disposizione, sono computati in conformità al Regolamento CEE 3 giugno 1971, n. 1182.

Art. 1.2.10
STIPULA DEL CONTRATTO

1. Divenuta efficace l’aggiudicazione ai sensi dell'articolo 32 comma 8 del D. Lgs. 50/2016 e fatto salvo l’esercizio dei poteri di autotutela nei casi consentiti dalle norme vigenti, la stipulazione del contratto di appalto ha luogo entro i successivi sessanta giorni, salvo diverso termine previsto nel bando o nell’invito ad offrire, ovvero l’ipotesi di differimento espressamente concordata con l’aggiudicatario. Se la stipulazione del contratto non avviene nel termine fissato, l’aggiudicatario può, mediante atto notificato alla stazione appaltante, sciogliersi da ogni vincolo o recedere dal contratto. All’aggiudicatario non spetta alcun indennizzo, salvo il

rimborso delle spese contrattuali documentate.

2. Nel caso di lavori, se è intervenuta la consegna dei lavori in via di urgenza e nel caso di servizi e forniture, se si è dato avvio all'esecuzione del contratto in via d'urgenza, l'aggiudicatario ha diritto al rimborso delle spese sostenute per l'esecuzione dei lavori ordinati dal direttore dei lavori ivi comprese quelle per opere provvisionali. Nel caso di servizi e forniture, se si è dato avvio all'esecuzione del contratto in via d'urgenza, l'aggiudicatario ha diritto al rimborso delle spese sostenute per le prestazioni espletate su ordine del direttore dell'esecuzione. L'esecuzione d'urgenza di cui al presente comma è ammessa esclusivamente nelle ipotesi di eventi oggettivamente imprevedibili, per ovviare a situazioni di pericolo per persone, animali o cose, ovvero per l'igiene e la salute pubblica, ovvero per il patrimonio storico, artistico, culturale ovvero nei casi in cui la mancata esecuzione immediata della prestazione dedotta nella gara determinerebbe un grave danno all'interesse pubblico che è destinata a soddisfare, ivi compresa la perdita di finanziamenti comunitari.

CAPO 1.3

TERMINI PER L'ESECUZIONE

Art. 1.3.1
CONSEGNA DEI LAVORI, INIZIO E TERMINE PER L'ESECUZIONE

1. La consegna dei lavori all'esecutore verrà effettuata, per le amministrazioni statali, non oltre quarantacinque giorni dalla data di registrazione alla Corte dei conti del decreto di approvazione del contratto e dalla data di approvazione del contratto quando la registrazione della Corte dei conti non è

richiesta per legge; per le altre stazioni appaltanti il termine di quarantacinque giorni decorre dalla data di stipula del contratto.

2. Il Direttore dei Lavori comunicherà con un congruo preavviso all'esecutore il giorno e il luogo in cui deve presentarsi, munito del personale idoneo nonché delle attrezzature e dei materiali necessari per eseguire, ove occorra, il tracciamento dei lavori secondo i piani, profili e disegni di progetto.

3. Qualora l'esecutore non si presenti, senza giustificato motivo, nel giorno fissato dal direttore dei lavori per la consegna, la stazione appaltante ha facoltà di risolvere il contratto e di incamerare la cauzione oppure di fissare una nuova data per la consegna, ferma restando la decorrenza del termine contrattuale dalla data della prima convocazione. All'esito delle operazioni di consegna dei lavori, il direttore dei lavori e l'esecutore sottoscrivono il relativo verbale e da tale data decorre utilmente il termine per il compimento dei lavori.

4. Qualora la consegna avvenga in ritardo per causa imputabile alla stazione appaltante, l'esecutore può chiedere di recedere dal contratto. Nel caso di accoglimento dell'istanza di recesso l'esecutore ha diritto al rimborso delle spese contrattuali effettivamente sostenute e documentate, in misura non superiore ai limiti indicati all'articolo 5 commi 12 e 13 del d.m. 49/2018. Ove l'istanza di recesso dell'esecutore non sia accolta e si proceda tardivamente alla consegna, lo stesso ha diritto ad un indennizzo (previa riserva formulata sul verbale di consegna) per i maggiori oneri dipendenti dal ritardo, le cui modalità di calcolo sono stabilite sempre al medesimo articolo, comma 14 del d.m. 49/2018.

5. E' facoltà della Stazione appaltante procedere in via d'urgenza, alla consegna dei lavori, anche nelle more della stipulazione formale del contratto, ai sensi dell'articolo 32, comma 13, del D. Lgs. 50/2016; il direttore dei lavori provvede in via d'urgenza su autorizzazione del RUP e indica espressamente sul verbale le lavorazioni da iniziare immediatamente, comprese le opere provvisionali.

Nel caso sia intervenuta la consegna dei lavori in via di urgenza, l'esecutore avrà diritto al rimborso delle spese sostenute per l'esecuzione dei lavori ordinati dal direttore dei lavori, ivi comprese quelle per opere provvisionali.

6. Nel caso in cui i lavori in appalto fossero molto estesi, ovvero mancasse l'intera disponibilità dell'area sulla quale dovrà svilupparsi il cantiere o comunque per qualsiasi altra causa ed impedimento, la Stazione Appaltante potrà disporre la consegna anche in più tempi successivi, con verbali parziali, senza che per questo l'appaltatore possa sollevare eccezioni o trarre motivi per richiedere maggiori compensi o indennizzi.

La data legale della consegna dei lavori, per tutti gli effetti di legge e regolamenti, sarà quella dell'ultimo verbale di consegna parziale.
In caso di consegna parziale a causa di temporanea indisponibilità delle aree e degli immobili, l'appaltatore è tenuto a presentare un programma di esecuzione dei lavori che preveda la realizzazione prioritaria delle lavorazioni sulle aree e sugli immobili disponibili.

7. Ai sensi dell'articolo 5 comma 5 del D.M. 49/2018, la stazione appaltante indica nel presente capitolato di appalto gli eventuali casi in cui è facoltà della stessa non accogliere l'istanza di recesso dell'esecutore anche quando il ritardo nella consegna superi i tempi consentiti: ai sensi dell'art. 5, c. 4, D.M. 7.3.2018, n. 49, si precisa che è facoltà della stazione appaltante non accogliere l'istanza di recesso dell'appaltatore in ipotesi di consegna ritardata dei lavori, qualora il ritardo nella consegna dei lavori non superi la metà del termine utile contrattuale o comunque sei mesi complessivi-
La consegna parziale dei lavori è disposta a motivo della natura delle opere da eseguire, ovvero, di temporanea indisponibilità di aree ed immobili; in tal caso si provvede di volta in 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.
L'esecutore, al momento della consegna dei lavori, acquisirà dal coordinatore per la sicurezza la valutazione del rischio di rinvenimento di ordigni bellici inesplosi o, in alternativa, l'attestazione di
liberatoria rilasciata dalla competente autorità militare dell'avvenuta conclusione delle operazioni di bonifica bellica del sito interessato. L'eventuale verificarsi di rinvenimenti di ordigni bellici nel corso dei lavori comporterà la sospensione immediata degli stessi con la tempestiva integrazione del piano di sicurezza e coordinamento e dei piani operativi di sicurezza, e l'avvio delle operazioni di bonifica ai sensi dell'articolo 91, comma 2-bis, del decreto legislativo del 9 aprile 2008, n.81 e s.m.i.
L'esecutore è tenuto a trasmettere alla stazione appaltante, prima dell'effettivo inizio dei lavori, la documentazione dell'avvenuta denunzia agli Enti previdenziali (inclusa la Cassa Edile) assicurativi ed infortunistici nonché copia del piano di sicurezza di cui al decreto legislativo del 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i.
Lo stesso obbligo fa carico all'esecutore, per quanto concerne la trasmissione della documentazione di cui sopra da parte delle proprie imprese subappaltatrici, cosa che dovrà avvenire prima dell'effettivo inizio dei lavori.
L'esecutore dovrà comunque dare inizio ai lavori entro il termine improrogabile di giorni 15 dalla data del verbale di consegna fermo restando il rispetto del termine per la presentazione del programma di esecuzione dei lavori di cui al successivo articolo.

8. L'esecutore è tenuto, quindi, non appena avuti in consegna i lavori, ad iniziarli, proseguendoli attenendosi al programma operativo di esecuzione da esso redatto in modo da darli completamente ultimati nel numero di giorni naturali consecutivi previsti per l'esecuzione, decorrenti dalla data di consegna dei lavori, eventualmente prorogati in relazione a quanto disposto dai precedenti punti. L'esecutore dovrà dare ultimate tutte le opere appaltate entro il termine di giorni 240 naturali e consecutivi dalla data del verbale di consegna dei lavori.

9. L'esecutore dovrà comunicare, per iscritto a mezzo PEC alla Direzione dei Lavori, l'ultimazione dei lavori non appena avvenuta.

Art. 1.3.2
PROGRAMMA ESECUTIVO DEI LAVORI DELL'Appaltatore E CRONOPROGRAMMA

1. Entro 10 giorni dalla consegna dei lavori, l'appaltatore presenterà alla Direzione dei lavori una proposta di programma di esecuzione dei lavori, di cui all'art. 43 comma 10 del D.P.R. n. 207/2010 e all'articolo 1, lettera f) del D.M. 49/2018, elaborato in coerenza con il cronoprogramma predisposto dalla stazione appaltante, con l'offerta tecnica presentata in gara e con le obbligazioni contrattuali, in relazione alle proprie tecnologie, alle proprie scelte imprenditoriali e alla propria organizzazione lavorativa, in cui siano graficamente rappresentate, per ogni lavorazione, le previsioni circa il periodo di esecuzione nonché l'ammontare presunto, parziale e progressivo, dell'avanzamento dei lavori alle scadenze contrattualmente stabilite per la liquidazione dei certificati di pagamento.
2. Entro dieci giorni dalla presentazione, la Direzione dei lavori d'intesa con la stazione appaltante comunicherà all'appaltatore l'esito dell'esame della proposta di programma; qualora esso non abbia conseguito l'approvazione, l'appaltatore entro 10 giorni, predisporrà una nuova proposta oppure adeguerà quella già presentata secondo le direttive che avrà ricevuto dalla Direzione dei lavori.
Decorsi 10 giorni dalla ricezione della nuova proposta senza che il Responsabile del Procedimento si sia espresso, il programma esecutivo dei lavori si darà per approvato fatte salve indicazioni erronee incompatibili

con il rispetto dei termini di ultimazione.
La proposta approvata sarà impegnativa per l'appaltatore che dovrà rispettare i termini previsti, salvo modifiche al programma esecutivo in corso di attuazione per comprovate esigenze non prevedibili che dovranno essere approvate od ordinate dalla Direzione dei lavori.

3. Nel caso di sospensione dei lavori, parziale o totale, per cause non attribuibili a responsabilità dell'appaltatore, il programma dei lavori viene aggiornato in relazione all'eventuale incremento della scadenza contrattuale.
Eventuali aggiornamenti legati a motivate esigenze organizzative dell'appaltatore e che non comportino modifica delle scadenze contrattuali, sono approvate dalla Direzione dei Lavori, subordinatamente alla verifica della loro effettiva necessità ed attendibilità per il pieno rispetto delle scadenze contrattuali.

4. In tutti i casi in cui ricorrano circostanze speciali che impediscono in via temporanea che i lavori procedano utilmente a regola d'arte, e che non siano prevedibili al momento della stipulazione del contratto, il direttore dei lavori può disporre la sospensione dell'esecuzione del contratto, compilando, se possibile con l'intervento dell'esecutore o di un suo legale rappresentante, il verbale di sospensione, con l'indicazione delle ragioni che hanno determinato l'interruzione dei lavori, nonché dello stato di avanzamento dei lavori, delle opere la cui esecuzione rimane interrotta e delle cautele adottate affinché alla ripresa le stesse possano essere continuate ed ultimate senza eccessivi oneri, della consistenza della forza lavoro e dei mezzi d'opera esistenti in cantiere al momento della sospensione. Il verbale è inoltrato al responsabile del procedimento entro cinque giorni dalla data della sua redazione.
La sospensione può essere disposta anche dal RUP per il tempo strettamente necessario e per ragioni di necessità o di pubblico interesse, tra cui l'interruzione di finanziamenti, per esigenze sopravvenute di finanza pubblica, disposta con atto motivato delle amministrazioni competenti. Ove successivamente alla consegna dei lavori insorgano, per cause imprevedibili o di forza maggiore, circostanze che impediscano parzialmente il regolare svolgimento dei lavori, l'esecutore è tenuto a proseguire le parti di lavoro eseguibili, mentre si provvede alla sospensione parziale dei lavori non
eseguibili, dandone atto in apposito verbale.

5. Qualora si verifichino sospensioni totali o parziali dei lavori disposte per cause diverse da quelle di cui sopra, l'appaltatore sarà dovutamente risarcito sulla base dei criteri riportati all'articolo 10 comma 2 del D.M. 49/2018. Non appena siano venute a cessare le cause della sospensione il direttore dei lavori lo comunica al RUP affinché quest'ultimo disponga la ripresa dei lavori e indichi il nuovo termine contrattuale. La sospensione parziale dei lavori determina, altresì, il differimento dei termini contrattuali pari ad un numero di giorni determinato dal prodotto dei giorni di sospensione per il rapporto tra ammontare dei lavori non eseguiti per effetto della sospensione parziale e l'importo totale dei lavori previsto nello stesso periodo secondo il cronoprogramma. Entro cinque giorni dalla disposizione di ripresa dei lavori effettuata dal RUP, il direttore dei lavori procede alla redazione del verbale di ripresa dei lavori, che deve essere sottoscritto anche dall'esecutore e deve riportare il nuovo termine contrattuale indicato dal RUP. Nel caso in cui l'esecutore ritenga cessate le cause che hanno determinato la sospensione temporanea dei lavori e il RUP non abbia disposto la ripresa dei lavori stessi, l'esecutore può diffidare il RUP a dare le opportune disposizioni al direttore dei lavori perché provveda alla ripresa; la diffida proposta ai fini sopra indicati, è condizione necessaria per poter iscrivere riserva all'atto della ripresa dei lavori, qualora l'esecutore intenda far valere l'illegittima maggiore durata della sospensione.
Qualora la sospensione, o le sospensioni, durino per un periodo di tempo superiore ad un quarto della durata complessiva prevista per l'esecuzione dei lavori stessi, o comunque quando superino sei mesi complessivi, l'esecutore può chiedere la risoluzione del contratto senza indennità; se la stazione appaltante si oppone, l'esecutore ha diritto alla rifusione dei maggiori oneri derivanti dal prolungamento della sospensione oltre i termini suddetti. Nessun indennizzo è dovuto all'esecutore negli altri casi.
Le contestazioni dell'esecutore in merito alle sospensioni dei lavori sono iscritte a pena di decadenza nei verbali di sospensione e di ripresa dei lavori, salvo che per le sospensioni inizialmente legittime, per le quali è sufficiente l'iscrizione nel verbale di ripresa dei lavori; qualora l'esecutore non intervenga alla firma dei verbali o si rifiuti di sottoscriverli, deve farne espressa riserva sul registro di contabilità. Quando la sospensione supera il quarto del tempo contrattuale complessivo il responsabile del procedimento dà avviso all'ANAC.

6. L'esecutore che per cause a lui non imputabili non sia in grado di ultimare i lavori nel termine fissato può richiederne la proroga, con congruo anticipo rispetto alla scadenza del termine contrattuale. Sull'istanza di proroga decide il responsabile del procedimento, sentito il direttore dei lavori, entro trenta giorni dal suo ricevimento. L'esecutore deve ultimare i lavori nel termine stabilito dagli atti contrattuali, decorrente dalla data del verbale di consegna ovvero, in caso di consegna parziale dall'ultimo dei verbali di consegna. L'ultimazione dei lavori, appena avvenuta, è comunicata dall'esecutore per iscritto al direttore dei lavori, il quale procede subito alle necessarie constatazioni in contraddittorio.
L'esecutore non ha diritto allo scioglimento del contratto né ad alcuna indennità qualora i lavori, per qualsiasi

causa non imputabile alla stazione appaltante, non siano ultimati nel termine contrattuale e qualunque sia il maggior tempo impiegato.

Art. 1.3.3
DIREZIONE LAVORI

Il direttore dei lavori riceve dal RUP disposizioni di servizio mediante le quali quest'ultimo impartisce le indicazioni occorrenti a garantire la regolarità dei lavori, fissa l'ordine da seguirsi nella loro esecuzione, quando questo non sia regolato dal contratto.
Fermo restando il rispetto delle disposizioni di servizio impartite dal RUP, il direttore dei lavori opera in autonomia in ordine al controllo tecnico, contabile e amministrativo dell'esecuzione dell'intervento. Nell'ambito delle disposizioni di servizio impartite dal RUP al direttore dei lavori resta di competenza l'emanazione di ordini di servizio all'esecutore in ordine agli aspetti tecnici ed economici della gestione dell'appalto. Nei casi in cui non siano utilizzati strumenti informatici per il controllo tecnico, amministrativo e contabile dei lavori, gli ordini di servizio dovranno comunque avere forma scritta e l'esecutore dovrà restituire gli ordini stessi firmati per avvenuta conoscenza. L'esecutore è tenuto ad uniformarsi alle disposizioni contenute negli ordini di servizio, fatta salva la facoltà di iscrivere le proprie riserve.

Il direttore dei lavori controlla il rispetto dei tempi di esecuzione dei lavori indicati nel cronoprogramma allegato al progetto esecutivo e dettagliato nel programma di esecuzione dei lavori a cura dell'appaltatore.

Il direttore dei lavori, oltre a quelli che può disporre autonomamente, esegue, altresì, tutti i controlli e le prove previsti dalle vigenti norme nazionali ed europee, dal Piano d'azione nazionale per la sostenibilità ambientale dei consumi della pubblica amministrazione e dal capitolato speciale d'appalto.

Il direttore dei lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo l'introduzione in cantiere o che per qualsiasi causa non risultino conformi alla normativa tecnica, nazionale o dell'Unione europea, alle caratteristiche tecniche indicate nei documenti allegati al contratto, con obbligo per l'esecutore di rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese; in tal caso il rifiuto è trascritto sul Registro di Contabilità (art.6, comma 2 DM n. 49/2018) Ove l'esecutore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal direttore dei lavori, la stazione appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'esecutore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio. L'accettazione definitiva dei materiali e dei componenti si ha solo dopo la loro posa in opera. Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'esecutore, restano fermi i diritti e i poteri della stazione appaltante in sede di collaudo.
Il direttore dei lavori o l'organo di collaudo dispongono prove o analisi ulteriori rispetto a quelle previste dalla legge o dal capitolato speciale d'appalto finalizzate a stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti e ritenute necessarie dalla stazione appaltante, con spese a carico dell'esecutore.

I materiali previsti dal progetto sono campionati e sottoposti all'approvazione del direttore dei lavori, completi delle schede tecniche di riferimento e di tutte le certificazioni in grado di giustificarne le prestazioni, con congruo anticipo rispetto alla messa in opera. Il direttore dei lavori verifica altresì il rispetto delle norme in tema di sostenibilità ambientale, tra cui le modalità poste in atto dall'esecutore in merito al riuso di materiali di scavo e al riciclo entro lo stesso confine di cantiere (art. 6, comma 6, D.M. n. 49/2018).
Il direttore dei lavori accerta che i documenti tecnici, prove di cantiere o di laboratorio, certificazioni basate sull'analisi del ciclo di vita del prodotto (LCA) relative a materiali, lavorazioni e apparecchiature impiantistiche rispondano ai requisiti di cui al Piano d'azione nazionale per la sostenibilità ambientale dei consumi della pubblica amministrazione.

Il direttore dei lavori esegue le seguenti attività di controllo:
a) in caso di risoluzione contrattuale, cura, su richiesta del RUP, la redazione dello stato di consistenza dei lavori già eseguiti, l'inventario di materiali, macchine e mezzi d'opera e la relativa presa in consegna;
b) fornisce indicazioni al RUP per l'irrogazione delle penali da ritardo previste nel contratto, nonché per le valutazioni inerenti la risoluzione contrattuale ai sensi dell'articolo 108, comma 4, del Codice;
c) accerta che si sia data applicazione alla normativa vigente in merito al deposito dei progetti strutturali delle costruzioni e che sia stata rilasciata la necessaria autorizzazione in caso di interventi ricadenti in zone soggette a rischio sismico;
d) determina in contraddittorio con l'esecutore i nuovi prezzi delle lavorazioni e dei materiali non previsti dal contratto;
e) redige apposita relazione laddove avvengano sinistri alle persone o danni alla proprietà nel corso

dell'esecuzione di lavori e adotta i provvedimenti idonei a ridurre per la stazione appaltante le conseguenze dannose;
f) redige processo verbale alla presenza dell'esecutore dei danni cagionati da forza maggiore, al fine di accertare:
1) lo stato delle cose dopo il danno, rapportandole allo stato precedente;
2) le cause dei danni, precisando l'eventuale causa di forza maggiore;
3) l'eventuale negligenza, indicandone il responsabile;
4) l'osservanza o meno delle regole dell'arte e delle prescrizioni del direttore dei lavori;
5) l'eventuale omissione delle cautele necessarie a prevenire i danni.

Il direttore dei lavori effettua il controllo della spesa legata all'esecuzione dell'opera o dei lavori, attraverso la compilazione con precisione e tempestività dei documenti contabili, che sono atti pubblici a tutti gli effetti di legge, con i quali si realizza l'accertamento e la registrazione dei fatti producenti spesa.
Tali documenti contabili sono costituiti da:
- giornale dei lavori
- libretto delle misure
- registro di contabilità
- sommario del registro di contabilità
- stato di avanzamento dei lavori (SAL)
- conto finale dei lavori.

Secondo il principio di costante progressione della contabilità, le predette attività di accertamento dei fatti producenti spesa devono essere eseguite contemporaneamente al loro accadere e, quindi, devono procedere di pari passo con l'esecuzione affinché la Direzione lavori possa sempre:
a) rilasciare gli stati d'avanzamento dei lavori entro il termine fissato nella documentazione di gara e nel contratto, ai fini dell'emissione dei certificati per il pagamento degli acconti da parte del RUP;
b) controllare lo sviluppo dei lavori e impartire tempestivamente le debite disposizioni per la relativa esecuzione entro i limiti dei tempi e delle somme autorizzate.

Nel caso di utilizzo di programmi di contabilità computerizzata, la compilazione dei libretti delle misure può essere effettuata anche attraverso la registrazione delle misure rilevate direttamente in cantiere dal personale incaricato, in apposito brogliaccio ed in contraddittorio con l'esecutore.
Nei casi in cui è consentita l'utilizzazione di programmi per la contabilità computerizzata, preventivamente accettati dal responsabile del procedimento, la compilazione dei libretti delle misure può essere effettuata sulla base dei dati rilevati nel brogliaccio, anche se non espressamente richiamato.

Il direttore dei lavori può disporre modifiche di dettaglio non comportanti aumento o diminuzione dell'importo contrattuale, comunicandole preventivamente al RUP.
Ai sensi dell'art. 101, comma 2, del Codice, in relazione alla complessità dell'intervento, il Direttore dei Lavori può essere coadiuvato da uno o più direttori operativi e ispettori di cantiere, che devono essere dotati di adeguata competenza e professionalità in relazione alla tipologia di lavori da eseguire. In tal caso, si avrà la costituzione di un “ufficio di direzione dei lavori” ai sensi dell'art. 101, comma 3, del Codice.
Gli assistenti con funzioni di ispettori di cantiere collaboreranno con il direttore dei lavori nella sorveglianza dei lavori in conformità delle prescrizioni stabilite nel presente capitolato speciale di appalto.

Art. 1.3.4
PENALI IN CASO DI RITARDO - PREMIO DI ACCELERAZIONE

1. Ai sensi dell'art. 113 bis del D. Lgs. 50/2016, in caso di mancato rispetto del termine stabilito per l’ultimazione dei lavori, per ogni giorno naturale consecutivo di ritardo viene applicata una penale pari all’uno per mille dell’importo contrattuale-

2. Tutte le penali saranno contabilizzate in detrazione, in occasione di ogni pagamento immediatamente successivo al verificarsi della relativa condizione di ritardo, e saranno imputate mediante ritenuta sull'importo della rata di saldo in sede di collaudo finale.

3. Se l'appaltatore, in seguito all'andamento imposto ai lavori, rispetta la prima soglia temporale successiva fissata nel programma dei lavori, la penale irrogata viene disapplicata e, se, già addebitata, viene restituita.

4. Tutte le fattispecie di ritardi sono segnalate tempestivamente e dettagliatamente al RUP da parte del direttore dei lavori, immediatamente al verificarsi della relativa condizione, con la relativa quantificazione temporale; sulla base delle predette indicazioni le penali sono applicate in sede di conto finale ai fini della verifica in sede

di certificato di collaudo o certificato di regolare esecuzione.

5. 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.

6. 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. 1.3.5
RISOLUZIONE DEL CONTRATTO PER MANCATO RISPETTO DEI TERMINI

1. L'eventuale ritardo nella esecuzione delle prestazioni rispetto alle scadenze contrattuali per fatto o negligenza imputabile all'appaltatore, il direttore dei lavori o il responsabile unico dell'esecuzione del contratto gli assegna un termine di messa in mora, che, salvo i casi d'urgenza, non può essere inferiore a dieci giorni, entro i quali l'appaltatore deve eseguire le prestazioni.

2. Scaduto il termine di cui al comma uno e redatto processo verbale in contraddittorio con l'appaltatore, qualora l'inadempimento permanga, la stazione appaltante procede, ai sensi dell'art.108 del D. Lgs. 50/2016, alla risoluzione il contratto, fermo restando il pagamento delle penali da parte dell'appaltatore.

3. In caso di risoluzione del contratto, la penale di cui all'articolo 1.3.4, 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.

4. L'appaltatore deve risarcire i danni subiti dalla Stazione appaltante in seguito alla risoluzione del contratto, comprese le eventuali maggiori spese connesse al completamento dei lavori affidati a terzi. Per il risarcimento di tali danni la Stazione appaltante può trattenere qualunque somma maturata a credito dell'appaltatore in ragione dei lavori eseguiti nonché rivalersi sulla garanzia fideiussoria.

Art. 1.3.6
ULTIMAZIONE LAVORI - COLLAUDO/CERTIFICATO DI REGOLARE ESECUZIONE

Conformemente all'articolo 12 del D.M. 49/2018, il direttore dei lavori, a fronte della comunicazione dell'esecutore di intervenuta ultimazione dei lavori, effettuerà i necessari accertamenti in contraddittorio con l'esecutore, elaborerà tempestivamente il certificato di ultimazione dei lavori e lo invierà al RUP, il quale ne rilascerà copia conforme all'esecutore.
Il certificato di ultimazione lavori elaborato dal direttore dei lavori potrà prevedere l'assegnazione di un termine perentorio, non superiore a sessanta giorni, per il completamento di lavorazioni di piccola entità, accertate da parte del direttore dei lavori come del tutto marginali e non incidenti sull'uso e sulla funzionalità dei lavori. Il mancato rispetto di questo termine comporta l'inefficacia del certificato di ultimazione e la necessità di redazione di nuovo certificato che accerti l'avvenuto completamento delle lavorazioni sopraindicate.

Qualora la stazione appaltante, nei limiti previsti dalla vigente normativa, non ritenga necessario conferire l'incarico di collaudo dell'opera, si darà luogo ad un certificato di regolare esecuzione emesso dal direttore dei lavori contenente gli elementi di cui all'articolo 229 del D.P.R. n. 207/2010. Entro il termine massimo di tre mesi dalla data di ultimazione dei lavori il direttore dei lavori sarà tenuto a rilasciare il certificato di regolare esecuzione, salvo che sia diversamente ed espressamente previsto nella documentazione di gara e nel contratto e purché ciò non sia gravemente iniquo per l'impresa affidataria. Il certificato sarà quindi confermato dal responsabile del procedimento.
La data di emissione del certificato di regolare esecuzione costituirà riferimento temporale essenziale per i seguenti elementi:
1) il permanere dell'ammontare residuo della cauzione definitiva (di solito il 20%), o comunque fino a dodici mesi dalla data di ultimazione dei lavori risultante dal relativo certificato;
2) la decorrenza della copertura assicurativa prevista all'articolo 103 comma 7 del D. Lgs. n. 50/2016, dalla data di consegna dei lavori, o comunque decorsi dodici mesi dalla data di ultimazione dei lavori risultante dal relativo certificato;
3) la decorrenza della polizza di assicurazione della responsabilità civile per danni cagionati a terzi che l'esecutore dei lavori è obbligato a stipulare, per i lavori di cui all'articolo 103 comma 8 del D. Lgs. n. 50/2016,

per la durata di dieci anni.
Per i lavori di importo inferiore a 40.000 euro potrà essere tenuta una contabilità semplificata, mediante apposizione sulle fatture di spesa di un visto del Direttore dei Lavori, volto ad attestare la corrispondenza del lavoro svolto con quanto fatturato, tenendo conto dei lavori effettivamente eseguiti. In questo caso, il certificato di regolare esecuzione potrà essere sostituito con l'apposizione del visto del direttore dei lavori sulle fatture di spesa.

CAPO 1.4

CONTABILIZZAZIONE E LIQUIDAZIONE DEI LAVORI

Art. 1.4.1
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 presente Capitolato speciale 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 tecnicamente e intrinsecamente indispensabili alla funzionalità, completezza e corretta realizzazione dell'opera appaltata secondo le regola 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 relativa ai dati economici di cui all'articolo 1.1.3, di ciascuna delle quali va contabilizzata la quota parte in proporzione al lavoro eseguito.

4. La lista delle voci e delle quantità relative al lavoro a corpo non ha validità ai fini del presente articolo, in quanto l'appaltatore era 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. Gli oneri per la sicurezza, di cui all'articolo 1.1.3, comma 1, come evidenziati nella tabella di cui all'articolo 1.1.3, comma 1, sono valutati a corpo in base all'importo previsto separatamente dall'importo dei lavori negli atti progettuali e sul bando di gara, secondo la percentuale stabilita nella predetta tabella, intendendosi come eseguita e liquidabile la quota parte proporzionale a quanto eseguito.

6. Non possono considerarsi utilmente eseguiti e, pertanto, non possono essere contabilizzati e annotati nel Registro di contabilità, gli importi relativi alle voci disaggregate di cui all'articolo 184 del D.P.R. n. 207 del 2010, per l'accertamento della regolare esecuzione delle quali sono necessari certificazioni o collaudi tecnici specifici da parte dei fornitori o degli installatori e tali documenti non siano stati consegnati al direttore dei lavori. Tuttavia, il direttore dei lavori, sotto la propria responsabilità, può contabilizzare e registrare tali voci, con una adeguata riduzione dell'aliquota di incidenza, in base al principio di proporzionalità e del grado di pregiudizio. La predetta riserva riguarda i seguenti manufatti e impianti: MICROPALI- QUALITA' DEL CLS.

Art. 1.4.2
LAVORI IN ECONOMIA

1. La contabilizzazione dei lavori in economia previsti dal contratto o introdotti in sede di varianti, è effettuata con le modalità previste dall’articolo 179 del D.P.R. n. 207 del 2010, come segue:

a) per quanti riguarda i materiali applicando il ribasso contrattuale ai prezzi unitari determinati contrattualmente;
b) per quanto riguarda i trasporti, i noli e la mano d'opera, secondo i prezzi vigenti al momento della loro esecuzione, incrementati delle percentuali per spese generali e utili (qualora non già comprese nei prezzi vigenti) ed applicando il ribasso contrattuale esclusivamente su queste due ultime componenti.

2. Ai fini di cui al comma 1, lettera b), le percentuali di incidenza delle spese generali e degli utili, ove non specificatamente dichiarate dall'aggiudicatario in sede di giustificazione delle offerte anormalmente basse, sono convenzionalmente determinate rispettivamente nella misura del 13% (tredici per cento) e del 10% (dieci per cento).

3. Gli oneri per la sicurezza, di cui all'articolo 1.1.3, comma 1, sono valutati alle medesime condizioni di cui al comma 1, senza l'applicazione di alcun ribasso.

Art. 1.4.3
VALUTAZIONE DEI MANUFATTI E DEI MATERIALI A PIE' D'OPERA

1. Non sono valutati i manufatti ed i materiali a piè d'opera, ancorché accettati dalla direzione dei lavori.

CAPO 1.5

DISCIPLINA ECONOMICA

Art. 1.5.1
ANTICIPAZIONE

1. Come stabilito dall'ANAC con delibera n. 1050 del 14 Novembre 2018 l'anticipazione è dovuta anche sotto soglia. Come previsto dall'art. 207, comma 1, del decreto Rilancio, fino al 30 giugno 2021 è ammessa l'anticipazione all'appaltatore fino al 30%.

Art. 1.5.2
PAGAMENTI IN ACCONTO

1. Le rate di acconto sono dovute tutte le volte in cui l'importo dei lavori eseguiti, contabilizzati ai sensi degli articoli 1.4.1, 1.4.2 e 1.4.3, al netto del ribasso d'asta, delle prescritte ritenute e al netto dell'importo delle rate di acconto precedenti, raggiungono un importo **non inferiore al 30% dell'importo contrattuale**. Lo stato di avanzamento (SAL) dei lavori sarà rilasciato nei termini e modalità indicati nella documentazione di gara e nel contratto di appalto, ai fini del pagamento di una rata di acconto; a tal fine il documento dovrà precisare il corrispettivo maturato, gli acconti già corrisposti e di conseguenza, l'ammontare dell'acconto da corrispondere, sulla base della differenza tra le prime due voci.

2. Ai sensi dell'art. 113-bis del Codice, il termine per il pagamento relativo agli acconti del corrispettivo di appalto non può superare i trenta giorni decorrenti dall'adozione di ogni stato di avanzamento dei lavori, salvo che sia diversamente ed espressamente concordato dalle parti. Il Rup, previa verifica della regolarità contributiva dell'impresa esecutrice, invia il certificato di pagamento alla stazione appaltante per l'emissione del mandato di pagamento contestualmente all'adozione di ogni stato di avanzamento dei lavori e comunque entro un termine non superiore a sette giorni dall'adozione degli stessi.

3. La Stazione Appaltante acquisisce d'ufficio, anche attraverso strumenti informatici, il documento unico di regolarità contributiva (DURC) dagli istituti o dagli enti abilitati al rilascio in tutti i casi in cui è richiesto dalla legge.
Il certificato per il pagamento dell'ultima rata del corrispettivo, qualunque sia l'ammontare, verrà rilasciato dopo

l'ultimazione dei lavori.

4. Ai sensi dell'art. 30 del D. Lgs. 50/2016 e s.m.i., in caso di inadempienza contributiva risultante dal documento unico di regolarità contributiva relativo a personale dipendente dell'affidatario o del subappaltatore o dei soggetti titolari di subappalti e cottimi, impiegato nell'esecuzione del contratto, la stazione appaltante trattiene dal certificato di pagamento l'importo corrispondente all'inadempienza per il successivo versamento diretto agli enti previdenziali e assicurativi, compresa, nei lavori, la cassa edile.

5. In ogni caso sull'importo netto progressivo delle prestazioni è operata una ritenuta pari allo 0,50%; le ritenute possono essere svincolate soltanto in sede di liquidazione finale, dopo l'approvazione da parte della stazione appaltante del certificato di collaudo o di verifica di conformità, previo rilascio del documento unico di regolarità contributiva.

6. In caso di ritardo nel pagamento delle retribuzioni dovute al personale, il responsabile unico del procedimento invita per iscritto il soggetto inadempiente, ed in ogni caso l'affidatario, a provvedervi entro i successivi quindici giorni. Ove non sia stata contestata formalmente e motivatamente la fondatezza della richiesta entro il termine sopra assegnato, la stazione appaltante paga anche in corso d'opera direttamente ai lavoratori le retribuzioni arretrate, detraendo il relativo importo dalle somme dovute all'affidatario del contratto ovvero dalle somme dovute al subappaltatore inadempiente nel caso in cui sia previsto il pagamento diretto.

Art. 1.5.3
PAGAMENTI A SALDO

1. Il conto finale dei lavori viene redatto entro 90 giorni dalla data della loro ultimazione, accertata con apposito verbale; esso viene sottoscritto dal direttore di lavori e trasmesso al R.U.P.; col conto finale viene accertato e proposto l'importo della rata di saldo, qualunque sia il suo ammontare, e 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 R.U.P., entro il termine perentorio di 30 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 intende da lui definitivamente accettato. Il R.U.P. formula in ogni caso una sua relazione al conto finale.

3. La rata di saldo, insieme alle ritenute di cui all'articolo 1.5.2, comma 2, nulla ostando, viene pagata entro 90 giorni dall'avvenuta emissione del certificato di collaudo provvisorio o certificato di regolare esecuzione, previa presentazione di regolare fattura fiscale, ai sensi dell'articolo 185 del D. Lgs. 267/2000.

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. 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.

6. L'appaltatore e il Direttore dei Lavori devono utilizzare la massima diligenza e professionalità, ed 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.

7. Al pagamento della rata a saldo si applicano le condizioni di cui all'articolo 1.5.2.

Art. 1.5.4
RITARDI NEL PAGAMENTO DELLE RATE DI ACCONTO

1. In caso di ritardo nella emissione dei certificati di pagamento o dei titoli di spesa relativi agli acconti rispetto alle condizioni e ai termini stabiliti dal contratto, spettano all'esecutore dei lavori gli interessi, legali e moratori.

2. Trascorsi i termini di cui al contratto, ovvero 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 il quarto dell'importo netto contrattuale, l'appaltatore ha la facoltà 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 arbitrale per la dichiarazione di risoluzione del contratto, trascorsi 60 giorni dalla data della predetta costituzione in mora.

Art. 1.5.5
RITARDI NEL PAGAMENTO DELLA RATA DI SALDO

1. Nel caso in cui il pagamento della rata di saldo sia effettuato in ritardo rispetto al termine stabilito all'articolo 1.5.3, comma 3, per causa imputabile alla Stazione appaltante, sulle somme dovute decorrono gli interessi legali.

2. Se 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. 1.5.6
REVISIONE PREZZI ED ADEGUAMENTO DEL CORRISPETTIVO

1. Ai sensi dell'art. 106 comma 1 del D. Lgs. 50/2016 è possibile procedere alla revisione dei prezzi se le modifiche, a prescindere dal loro valore monetario, sono state previste nei documenti di gara iniziali in clausole chiare, precise e inequivocabili, che possono comprendere clausole di revisione dei prezzi. Tali clausole fissano la portata e la natura di eventuali modifiche nonché le condizioni alle quali esse possono essere impiegate, facendo riferimento alle variazioni dei prezzi e dei costi standard, ove definiti. Esse non apportano modifiche che avrebbero l'effetto di alterare la natura generale del contratto o dell'accordo quadro.

2. Per i contratti relativi ai lavori, le variazioni di prezzo in aumento o in diminuzione possono essere valutate, sulla base dei prezzari di cui all'articolo 23, comma 7 del D. Lgs. 50/2016, solo per l'eccedenza rispetto al dieci per cento rispetto al prezzo originario e comunque in misura pari alla metà.

3. Per i contratti relativi a servizi o forniture stipulati dai soggetti aggregatori restano ferme le disposizioni di cui all'articolo 1, comma 511, della Legge 28 dicembre 2015, n. 208.

Art. 1.5.7
CESSIONE DEL CONTRATTO E CESSIONE DEI CREDITI

1. E' vietata la cessione del contratto sotto qualsiasi forma; ogni atto contrario è nullo di diritto.

2. E' vietata altresì la cessione dei crediti vantati dall'appaltatore in qualunque modalità e forma e qualunque atto o contratto contrario è da considerarsi nullo di diritto.

CAPO 1.6

CAUZIONI E GARANZIE

Art. 1.6.1
GARANZIA PROVVISORIA

1. Ai sensi dell'articolo 93 del D. Lgs. 50/2016, agli offerenti è richiesta una garanzia provvisoria, a copertura della mancata sottoscrizione del contratto dopo l'aggiudicazione, dovuta ad ogni fatto riconducibile all'affidatario o all'adozione di informazione antimafia interdittiva emessa ai sensi degli articoli 84 e 91 del decreto legislativo 6 settembre 2011, n. 159, da svincolarsi automaticamente al momento della sottoscrizione del contratto.

2. La garanzia di cui al comma precedente viene stabilita e richiesta con le modalità, alle condizioni e nei termini di cui al bando di gara e al disciplinare di gara.

3. In caso di mancata indicazione diversa nel bando di gara o nel collegato disciplinare la garanzia provvisoria è da versarsi per un importo pari al 2% (due per cento) del prezzo base indicato nel bando o nell'invito, sotto forma di cauzione o di fideiussione, a scelta dell'offerente. Al fine di rendere l'importo della garanzia proporzionato e adeguato alla natura delle prestazioni oggetto del contratto e al grado di rischio ad esso connesso, comunque, la stazione appaltante può motivatamente ridurre l'importo della cauzione sino all'1% (uno per cento) ovvero incrementarlo sino al 4% (quattro per cento), indicandolo nel bando di gara o nel disciplinare di gara.

4. Nel caso di procedure di gara realizzate in forma aggregata da centrali di committenza, l'importo della garanzia è fissato nel bando o nell'invito nella misura massima del 2% (due per cento) del prezzo base.

5. La garanzia fideiussoria di cui al comma 1, a scelta dell'appaltatore può essere rilasciata da imprese bancarie o assicurative che rispondano ai requisiti di solvibilità previsti dalle leggi che ne disciplinano le rispettive attività o rilasciata dagli intermediari finanziari iscritti nell'albo di cui all'articolo
106 del D. Lgs. 385/1993, che svolgono in via esclusiva o prevalente attività di rilascio di garanzie e che sono sottoposti a revisione contabile da parte di una società di revisione iscritta nell'albo previsto dall'articolo 161 del D. Lgs. 58/1998 (e successive modifiche apportate dal D. Lgs. 233/2017) e che abbiano i requisiti minimi di solvibilità richiesti dalla vigente normativa bancaria assicurativa.

6. La garanzia deve prevedere espressamente la rinuncia al beneficio della preventiva escussione del debitore principale, la rinuncia all'eccezione di cui all'articolo 1957, secondo comma, del codice civile nonché l'operatività della garanzia medesima entro quindici giorni, a semplice richiesta scritta della stazione appaltante.

7. La garanzia deve avere efficacia per almeno centottanta giorni dalla data di presentazione dell'offerta. Il bando o l'invito possono richiedere una garanzia con termine di validità maggiore o minore, in relazione alla durata presumibile del procedimento, e possono altresì prescrivere che l'offerta sia corredata dall'impegno del garante a rinnovare la garanzia, su richiesta della stazione appaltante nel corso della procedura, per la durata indicata nel bando, nel caso in cui al momento della sua scadenza non sia ancora intervenuta l'aggiudicazione.

8. L'offerta è altresì corredata, a pena di esclusione, dall'impegno di un fideiussore, anche diverso da quello che ha rilasciato la garanzia provvisoria, a rilasciare la garanzia fideiussoria per l'esecuzione del contratto, qualora l'offerente risultasse affidatario.

9. Il comma precedente non si applica alle microimprese, piccole e medie imprese e ai raggruppamenti temporanei o consorzi ordinari costituiti esclusivamente da microimprese, piccole e medie imprese.

10. Sono vietate forme di cauzione diverse da quelle di cui al comma 5 e, in particolare, è vietata la cauzione prestata mediante assegni di conto di corrispondenza o assegni circolari.

11. In caso di associazione temporanea di imprese la garanzia deve riportare l'indicazione di tutte le imprese associate.

12. Nei casi di cui all'articolo 36, comma 2, lettera a), del D. Lgs.50/2016, è comunque facoltà della stazione appaltante non richiedere le garanzie di cui al presente articolo.

Art. 1.6.2
GARANZIA FIDEIUSSORIA O CAUZIONE DEFINITIVA

1. L'appaltatore per la sottoscrizione del contratto deve costituire una garanzia, denominata "garanzia definitiva" a sua scelta sotto forma di cauzione o fideiussione con le modalità di cui all'articolo 93, commi 2 e 3, del D. Lgs. 50/2016 pari al 10% (dieci per cento) dell'importo contrattuale e tale obbligazione è indicata negli atti e documenti a base di affidamento di lavori, di servizi e di forniture. Nel caso di procedure di gara realizzate in forma aggregata da centrali di committenza, l'importo della garanzia è indicato nella misura massima del 10% (dieci per cento) dell'importo contrattuale.

2. Al fine di salvaguardare l'interesse pubblico alla conclusione del contratto nei termini e nei modi programmati in caso di aggiudicazione con ribassi superiori al dieci per cento la garanzia da costituire è aumentata di tanti

punti percentuali quanti sono quelli eccedenti il 10% (dieci per cento). Ove il ribasso sia superiore al venti per cento, l'aumento è di due punti percentuali per ogni punto di ribasso superiore al venti per cento. La cauzione è prestata a garanzia dell'adempimento di tutte le obbligazioni del contratto e del risarcimento dei danni derivanti dall'eventuale inadempimento delle obbligazioni stesse, nonché a garanzia del rimborso delle somme pagate in più all'esecutore rispetto alle risultanze della liquidazione finale, salva comunque la risarcibilità del maggior danno verso l'appaltatore.

3. La garanzia cessa di avere effetto solo alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione. La stazione appaltante può richiedere al soggetto aggiudicatario la reintegrazione della garanzia ove questa sia venuta meno in tutto o in parte; in caso di inottemperanza, la reintegrazione si effettua a valere sui ratei di prezzo da corrispondere all'esecutore.

4. La garanzia fideiussoria di cui al comma 1 a scelta dell'appaltatore può essere rilasciata dai soggetti di cui all'‘articolo precedente, comma 5. La garanzia deve prevedere espressamente la rinuncia al beneficio della preventiva escussione del debitore principale, la rinuncia all'eccezione di cui all'articolo 1957, secondo comma, del Codice civile, nonché l'operatività della garanzia medesima entro quindici giorni, a semplice richiesta scritta della stazione appaltante.

5. La mancata costituzione della garanzia definitiva di cui al comma 1 determina la decadenza dell'affidamento e l'acquisizione della cauzione provvisoria presentata in sede di offerta da parte della stazione appaltante, che aggiudica l'appalto o la concessione al concorrente che segue nella graduatoria.

6. La garanzia di cui al comma 1 è progressivamente svincolata a misura dell'avanzamento dell'esecuzione, nel limite massimo dell'80% (ottanta per cento) dell'iniziale importo garantito. L'ammontare residuo della cauzione definitiva deve permanere fino alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione, o comunque fino a dodici mesi dalla data di ultimazione dei lavori risultante dal relativo certificato. Lo svincolo è automatico, senza necessità di nulla osta del committente, con la sola condizione della preventiva consegna all'istituto garante, da parte dell'appaltatore o del concessionario, degli stati di avanzamento dei lavori o di analogo documento, in originale o in copia autentica, attestanti l'avvenuta esecuzione. Il mancato svincolo nei quindici giorni dalla consegna degli stati di avanzamento o della documentazione analoga costituisce inadempimento del garante nei confronti dell'impresa per la quale la garanzia è prestata.

7. Il pagamento della rata di saldo è subordinato alla costituzione di una cauzione o di una garanzia fideiussoria bancaria o assicurativa pari all'importo della medesima rata di saldo maggiorato del tasso di interesse legale applicato per il periodo intercorrente tra la data di emissione del certificato di collaudo o della verifica di conformità nel caso di appalti di servizi o forniture e l'assunzione del carattere di definitività dei medesimi.

8. Le stazioni appaltanti hanno il diritto di valersi della cauzione, nei limiti dell'importo massimo garantito, per l'eventuale maggiore spesa sostenuta per il completamento dei lavori nel caso di risoluzione del contratto disposta in danno dell'esecutore e hanno il diritto di valersi della cauzione per provvedere al pagamento di quanto dovuto dall'esecutore per le inadempienze derivanti dalla inosservanza di norme e prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, protezione, assicurazione, assistenza e sicurezza fisica dei lavoratori comunque presenti in cantiere o nei luoghi dove viene prestato il servizio nei casi di appalti di servizi. Le stazioni appaltanti possono incamerare la garanzia per provvedere al pagamento di quanto dovuto dal soggetto aggiudicatario per le inadempienze derivanti dalla inosservanza di norme e prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, protezione, assicurazione, assistenza e sicurezza fisica dei lavoratori addetti all'esecuzione dell'appalto.

9. In caso di raggruppamenti temporanei le garanzie fideiussorie e le garanzie assicurative sono presentate, su mandato irrevocabile, dalla mandataria in nome e per conto di tutti i concorrenti ferma restando la responsabilità solidale tra le imprese.

10. E' facoltà dell'amministrazione in casi specifici non richiedere una garanzia per gli appalti di cui all'articolo 36, comma 2, lettera a), nonché per gli appalti da eseguirsi da operatori economici di comprovata solidità nonché per le forniture di beni che per la loro natura, o per l'uso speciale cui sono destinati, debbano essere acquistati nel luogo di produzione o forniti direttamente dai produttori o di prodotti d'arte, macchinari, strumenti e lavori di precisione l'esecuzione dei quali deve essere affidata a operatori specializzati. L'esonero dalla prestazione della garanzia deve essere adeguatamente motivato ed è subordinato ad un miglioramento del prezzo di aggiudicazione.

Art. 1.6.3
RIDUZIONE DELLE GARANZIE

1. L'importo della garanzia di cui agli articoli 1.6.1 e 1.6.2 e del suo eventuale rinnovo, è ridotto del 50% (cinquanta per cento) per gli operatori economici ai quali venga rilasciata, da organismi accreditati, ai sensi delle norme europee della serie UNI CEI EN 45000 e della serie UNI CEI EN ISO/IEC 17000, la certificazione del sistema di qualità conforme alle norme europee della serie UNI CEI ISO9000. Si applica la riduzione del 50 per cento, non cumulabile con quella di cui al primo periodo, anche nei confronti delle microimprese, piccole e medie imprese e dei raggruppamenti di operatori economici o consorzi ordinari costituiti esclusivamente da microimprese, piccole e medie imprese.
Nei contratti relativi a lavori, servizi o forniture, l'importo della garanzia e del suo eventuale rinnovo è ridotto del 30% (trenta per cento), anche cumulabile con la riduzione di cui al primo periodo, per gli operatori economici in possesso di registrazione al sistema comunitario di ecogestione e audit (EMAS), ai sensi del regolamento (CE) n. 1221/2009 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 25 novembre 2009, o del 20% (venti per cento) per gli operatori in possesso di certificazione ambientale ai sensi della norma UNI ENISO14001.
Nei contratti relativi a servizi o forniture, l'importo della garanzia e del suo eventuale rinnovo è ridotto del 20% (venti per cento), anche cumulabile con la riduzione di cui ai periodi primo e secondo, per gli operatori economici in possesso, in relazione ai beni o servizi che costituiscano almeno il 50% (cinquanta per cento) del valore dei beni e servizi oggetto del contratto stesso, del marchio di qualità ecologica dell'Unione europea (Ecolabel UE) ai sensi del regolamento (CE) n. 66/2010 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 25 novembre 2009.
Nei contratti relativi a lavori, servizi o forniture, l'importo della garanzia e del suo eventuale rinnovo è ridotto del 15% (quindici per cento), anche cumulabile con la riduzione di cui ai periodi primo, secondo, terzo e quarto, per gli operatori economici che sviluppano un inventario di gas ad effetto serra ai sensi della norma UNI EN ISO 14064-1 o un'impronta climatica (carbon footprint) di prodotto ai sensi della norma UNI ISO/TS 14067. Per fruire delle riduzioni di cui al presente comma, l'operatore economico segnala, in sede di offerta, il possesso dei relativi requisiti e lo documenta nei modi prescritti dalle norme vigenti.
Nei contratti di servizi e forniture, l'importo della garanzia e del suo eventuale rinnovo è ridotto del 30% (trenta per cento), non cumulabile con le riduzioni di cui ai periodi precedenti, per gli operatori economici in possesso del rating di legalità e rating di impresa o della attestazione del modello organizzativo, ai sensi del D. Lgs. n. 231/2001 o di certificazione social accountability 8000, o di certificazione del sistema di gestione a tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori, o di certificazione OHSAS 18001, o di certificazione UNI CEI EN ISO 50001 riguardante il sistema di gestione dell'energia o UNI CEI 11352 riguardante la certificazione di operatività in qualità di ESC (Energy Service Company) per l'offerta qualitativa dei servizi energetici e per gli operatori economici in possesso della certificazione ISO 27001 riguardante il sistema di gestione della sicurezza delle informazioni. In caso di cumulo delle riduzioni, la riduzione successiva deve essere calcolata sull'importo che risulta dalla riduzione precedente.

2. In caso di associazione temporanea di concorrenti di tipo orizzontale le riduzioni di cui al presente articolo sono accordate qualora il possesso dei requisiti di cui ai commi precedenti siano comprovati da tutte le imprese in associazione.

3. In caso di associazione temporanea di concorrenti di tipo verticale le riduzioni di cui al presente articolo sono accordate esclusivamente per le quote di incidenza delle lavorazioni appartenenti alle categorie assunte integralmente da imprese in associazione in possesso dei requisiti di cui ai commi precedenti; tale beneficio non è frazionabile tra imprese che assumono lavorazioni appartenenti alla medesima categoria.

4. Il possesso del requisito di cui al comma 1 è comprovato dall’annotazione in calce alla attestazione SOA ai sensi dell’articolo 63, comma 3, del D.P.R. n. 207 del 2010.

5. In deroga a quanto previsto dal comma 4, il possesso del requisito di cui al comma 1 può essere comprovato dalla certificazione rilasciata dall’organismo accreditato qualora l’impresa, in relazione allo specifico appalto, non sia tenuta al possesso dell’attestazione SOA in quanto assuntrice di lavori per i quali, in ragione dell’importo, sia sufficiente la classifica II.

6. In caso di avvalimento del sistema di qualità ai sensi dell’articolo 89 del D. Lgs. 50/2016, per beneficiare della riduzione di cui al comma 1, il requisito deve essere espressamente oggetto del contratto di avvalimento. L’impresa ausiliaria deve essere comunque in possesso del predetto requisito in relazione all’obbligo di cui all’articolo 63, comma 3, del D.P.R. n. 207 del 2010.

Art. 1.6.4
OBBLIGHI ASSICURATIVI A CARICO DELL'IMPRESA

1. Ai sensi dell'art. 103, comma 7 del D. Lgs. 50/2016, l'esecutore dei lavori è obbligato a costituire e consegnare alla stazione appaltante almeno dieci giorni prima della consegna dei lavori anche una polizza di assicurazione che copra i danni subiti dalle stazioni appaltanti a causa del danneggiamento o della distruzione totale o parziale di impianti ed opere, anche preesistenti, verificatisi nel corso dell'esecuzione dei lavori. Nei documenti e negli atti a base di gara o di affidamento è stabilito l'importo della somma da assicurare che, di norma, corrisponde all'importo del contratto stesso qualora non sussistano motivate particolari circostanze che impongano un importo da assicurare superiore. La polizza del presente comma deve assicurare la stazione appaltante contro la responsabilità civile per danni causati a terzi nel corso dell'esecuzione dei lavori il cui massimale è pari al cinque per cento della somma assicurata per le opere con un minimo di 500.000 euro ed un massimo di 5.000.000 di euro.

2. La copertura assicurativa decorre dalla data di consegna dei lavori e cessa alle ore 24 del giorno di emissione del certificato di collaudo provvisorio o certificato di regolare esecuzione e comunque decorsi 12 (dodici) mesi dalla data di ultimazione dei lavori risultante dal relativo certificato; in caso di emissione di collaudo provvisorio o certificato di regolare esecuzione per parti determinate dell'opera, la garanzia cessa per quelle parti e resta efficace per le parti non ancora collaudate; a tal fine l'utilizzo da parte della Stazione appaltante secondo la destinazione equivale, ai soli effetti della copertura assicurativa, ad emissione del certificato di collaudo provvisorio.

3. Qualora sia previsto un periodo di garanzia, la polizza assicurativa è sostituita da una polizza che tenga indenni le stazioni appaltanti da tutti i rischi connessi all'utilizzo delle lavorazioni in garanzia o agli interventi per la loro eventuale sostituzione o rifacimento. L'omesso o il ritardato pagamento delle somme dovute a titolo di premio o di commissione da parte dell'esecutore non comporta l'inefficacia della garanzia nei confronti della stazione appaltante

4. La polizza assicurativa di cui all'art. 103, comma 7, del D. Lgs. 50/2016, deve essere stipulata nella forma «Contractors All Risks» (C.A.R.) e deve:

a) prevedere una somma assicurata non inferiore a: euro importo contrattuale maggiorato dell'I.V.A.-
b) essere integrata in relazione alle somme assicurate in caso di approvazione di lavori aggiuntivi affidati a qualsiasi titolo all'appaltatore.

5. La garanzia assicurativa contro tutti i rischi di esecuzione, da qualsiasi causa determinati, deve coprire tutti i danni che la Stazione appaltante abbia subito 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; tale polizza deve essere stipulata nella forma «Contractors All Risks» (C.A.R.) e deve:

a) prevedere una somma assicurata non inferiore a: euro importo contrattuale maggiorato dell'I.V.A.-
b) essere integrata in relazione alle somme assicurate in caso di approvazione di lavori aggiuntivi affidati a qualsiasi titolo all'appaltatore.

6. La garanzia assicurativa di responsabilità civile per danni causati a terzi (R.C.T.) deve essere stipulata per una somma assicurata (massimale/sinistro) non inferiore ad euro 500.000,00

7. Nel caso in cui il contratto di assicurazione preveda importi o percentuali di scoperto o di franchigia, valgono queste condizioni:

a) in relazione all'assicurazione contro tutti i rischi di esecuzione di cui sopra, tali franchigie o scoperti non sono opponibili alla Stazione appaltante;
b) in relazione all'assicurazione di responsabilità civile di cui sopra, tali franchigie o scoperti non sono opponibili alla Stazione appaltante.

8. Le garanzie di cui ai commi precedenti, prestate dall'appaltatore coprono senza alcuna riserva anche i danni causati dalle imprese subappaltatrici e subfornitrici. Qualora l'appaltatore sia un raggruppamento temporaneo o un consorzio ordinario, giusto il regime delle responsabilità solidale disciplinato dall'articolo 48, comma 5, del D. Lgs. 50/2016, la garanzia assicurativa è prestata dall'impresa mandataria in nome e per conto di tutti i concorrenti raggruppati o consorziati.

Art. 1.6.5
GARANZIE PER L'ESECUZIONE DI LAVORI DI PARTICOLARE VALORE

1. Per gli affidamenti non a contraente generale e, per quelli di sola esecuzione di ammontare a base d'asta inferiore a 100 milioni di euro, il soggetto aggiudicatario non è tenuto a presentare alcuna garanzia ulteriore o sostitutiva di quella definitiva di cui al precedente articolo.

CAPO 1.7

DISPOSIZIONI PER L'ESECUZIONE

Art. 1.7.1
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 si renda necessaria una nuova procedura e senza che per questo l'impresa appaltatrice 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 dall'articolo 43, comma 8 del D.P.R. n. 207 del 2010 e dall'articolo 106 del D. Lgs. 50/2016.Nei limiti di cui al presente comma e ferma l'impossibilità di introdurre modifiche essenziali alla natura dei lavori oggetto dell'appalto, ai sensi dell'articolo 106, comma 1 del D. Lgs. 50/2016, di seguito si riportano le clausole chiare, precise e inequivocabili, che fissano la portata e la natura delle modifiche nonché le condizioni alle quali esse possono essere ammesse:

a). 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 per questo 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 dal Codice dei contratti.

b). Non sono riconosciute varianti al progetto esecutivo, prestazioni e forniture extra contrattuali di qualsiasi genere, eseguite senza preventivo ordine scritto della direzione lavori, recante anche gli estremi dell'approvazione da parte della Stazione appaltante, ove questa sia prescritta dalla legge o dal regolamento.

c). 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.

d). Non sono considerati varianti ai sensi del comma 1 gli interventi disposti dal direttore dei lavori per risolvere aspetti di dettaglio, che siano contenuti entro un importo non superiore al 10 % (dieci per cento) delle categorie di lavoro dell'appalto, come individuate nella tabella di cui all'articolo 5, e che non comportino un aumento dell'importo del contratto stipulato.

variazione di prezzo in aumento o in diminuzione : deve essere valutata sulla base dei prezzari di riferimento e si applica una franchigia del 10%; è possibile infatti variare il prezzo solo per l'eccedenza in aumento o in diminuzione rispetto al 10% del prezzo originario e nella misura pari alla metà dell'eccedenza.

<u>Esempio pratico di revisione del prezzo in un appalto di lavori (nuovo Codice)</u>

prezzo materiale all'atto di stipula del contratto: P0 = 100,00 €

nuovo prezzo del materiale (secondo prezzario): P1 = 130,00 €

Il prezzo ha subito un aumento del 30% rispetto a quello originario sulla base dei prezzari di riferimento.

Quindi si consente una variazione al prezzo concordato pari alla metà dell'eccedenza rispetto alla franchigia del 10%.

variazione percentuale consentita: ΔP% = [(P1 – P0)/P0) – 10%)]/2

La variazione del prezzo ammessa è pari dunque è pari alla metà dell'eccedenza rispetto al 10%: ΔP% =

[(130 – 100)/100 – 10%)]/2 = (30% – 10%)/2 = 10%

ΔP= 10% P0 = 10 €

In definitiva la variazione ammessa è pari al 10% e il il prezzo revisionato sarà pari a: P0 + ΔP = 100 € + 10 € =110,00 €

e). Sono ammesse, nell'esclusivo interesse della Stazione appaltante, 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 obbiettive 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 15% (quindici per cento) dell'importo originario del contratto e deve trovare copertura nella somma stanziata per l'esecuzione dell'opera al netto del 50 per cento degli eventuali ribassi d'asta conseguiti in sede di aggiudicazione.

f). Salvo i casi di cui ai commi 4 e 5, è sottoscritto un atto di sottomissione quale appendice contrattuale, che deve indicare le modalità di contrattazione e contabilizzazione delle lavorazioni in variante.

g). Non costituiscono variante, ai sensi dei commi precedenti, i maggiori costi dei lavori in economia introdotti in sede di variante, vigenti al momento dell'esecuzione dei predetti lavori in economica e i costi introdotti in sede di variante. Resta ferma la necessità del preventivo accertamento della disponibilità delle risorse finanziarie necessarie da parte del RUP, su segnalazione della direzione dei lavori, prima dell'avvio dei predetti lavori in economia e in ogni occasione della loro variazione in aumento.

h). La variante deve comprendere, ove ritenuto necessario dal coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione, l'adeguamento del piano di sicurezza e di coordinamento, con i relativi costi

2. Non sono riconosciute varianti al progetto esecutivo, prestazioni e forniture extra contrattuali di qualsiasi genere, che vengano eseguite senza preventiva autorizzazione del RUP con le modalità previste dall'ordinamento della stazione appaltante da cui il RUP dipende

3. Qualunque reclamo o riserva che l'appaltatore vantasse il diritto di opporre, deve essere presentato per iscritto alla direzione lavori prima che abbia inizio l'esecuzione dell'opera che costituisce oggetto della contestazione. Non vengono prese in considerazione le domande di maggiori compensi su quanto stabilito in contratto, per qualsiasi natura o ragione, qualora manchi un accordo preventivo scritto prima dell'inizio dell'opera oggetto delle suddette richieste.

4. Qualora in corso di esecuzione si renda necessario un aumento o una diminuzione delle prestazioni fino a concorrenza del quinto dell'importo del contratto, la stazione appaltante può imporre all'appaltatore l'esecuzione alle stesse condizioni previste nel contratto originario. In tal caso l'appaltatore non può far valere il diritto alla risoluzione del contratto. La violazione del divieto di apportare modifiche comporta, salva diversa valutazione del Responsabile del Procedimento, la rimessa in pristino, a carico dell'esecutore, dei lavori e delle opere nella situazione originaria secondo le disposizioni della Direzione dei Lavori, fermo che in nessun caso egli può vantare compensi, rimborsi o indennizzi per i lavori medesimi. Le varianti alle opere in progetto saranno ammesse solo per le motivazioni e nelle forme previste dall'art. 106 del D. Lgs. 50/2016. Le variazioni sono valutate ai prezzi di contratto; ove per altro debbano essere eseguite categorie di lavori non previste in contratto o si debbano impiegare materiali per i quali non risulti fissato il prezzo contrattuale si procederà alla determinazione ed al concordamento di nuovi prezzi. Per i contratti relativi ai lavori, le variazioni di prezzo in aumento o in diminuzione possono essere valutate, sulla base dei prezzari di cui all'articolo 23, comma 7, del D. Lgs. 50/2016, solo per l'eccedenza rispetto al dieci per cento rispetto al prezzo originario e comunque in misura pari alla metà.

5. La variante deve comprendere, ove ritenuto necessario dal coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione, l'adeguamento del piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'articolo 1.8.3 con i conseguenti adempimenti di cui all'articolo 1.8.4, nonché l'adeguamento dei piani operativi di cui al medesimo articolo 1.8.4.

Art. 1.7.2
VARIANTI PER ERRORI OD OMISSIONI PROGETTUALI

1. Le varianti saranno ammesse anche a causa di errori o di omissioni del progetto esecutivo che pregiudicano, in tutto o in parte, la realizzazione dell'opera o la sua utilizzazione, senza necessità di una nuova procedura a norma del Codice, se il valore della modifica risulti al di sotto di entrambi i seguenti valori:
a) le soglie fissate all'articolo 35 del D. Lgs. n. 50/2016;
b) il 15 per cento del valore iniziale del contratto per i contratti di lavori sia nei settori ordinari che speciali. Tuttavia la modifica non potrà alterare la natura complessiva del contratto. In caso di più modifiche successive, il valore sarà accertato sulla base del valore complessivo netto delle successive modifiche.

2. Nel caso in cui, in conseguenza del manifestarsi di errori od omissioni che risultino imputabili alle carenze del progetto esecutivo, si rendessero necessarie varianti che possano, in tutto o in parte, pregiudicare la realizzazione dell'opera o la sua utilizzazione, e che sotto il profilo economico eccedano il 15 per cento dell'importo originario del contratto, la Stazione appaltante procede alla risoluzione del contratto e indice una nuova gara alla quale viene invitato l'appaltatore originario.

3. Nell'ipotesi di cui al comma 2, dalla risoluzione del contratto consegue 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.

4. Nei casi previsti dal presente articolo, i titolari dell'incarico di progettazione sono responsabili dei danni subiti dalla Stazione appaltante. Ai fini del presente articolo devono intendersi per 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.

5. Trova applicazione l'ultimo comma dell'articolo 1.7.1.

Art. 1.7.3
PREZZI APPLICABILI AI NUOVI LAVORI E NUOVI PREZZI

1. Tutte le variazioni eventuali vengono valutate applicando i prezzi di cui all'elenco prezzi contrattuale come determinati ai sensi dell'articolo 1.1.4, comma 4.

2. Ove debbano essere eseguite categorie di lavori non previste in contratto o si debbano impiegare materiali per i quali non risulti fissato il prezzo contrattuale si procederà alla determinazione ed al concordamento di nuovi prezzi. Per i contratti relativi ai lavori, le variazioni di prezzo in aumento o in diminuzione possono essere valutate, sulla base dei prezziari, solo per l'eccedenza rispetto al dieci per cento rispetto al prezzo originario e comunque in misura pari alla metà.

CAPO 1.8

DISPOSIZIONI IN MATERIA DI SICUREZZA

Art. 1.8.1
ADEMPIMENTI PRELIMINARI IN MATERIA DI SICUREZZA

1. Ai sensi dell'articolo 90, comma 9, e dell'allegato XVII al D. Lgs. 81/2008, l'appaltatore deve trasmettere alla Stazione appaltante, entro il termine prescritto da quest'ultima con apposita richiesta o, in assenza di questa, entro 30 giorni dall'aggiudicazione definitiva e comunque prima della redazione del verbale di consegna dei lavori qualora questi siano iniziati nelle more della stipula del contratto:

a) una dichiarazione dell'organico medio annuo, distinto per qualifica, corredata dagli estremi delle denunce dei lavoratori effettuate all'Istituto nazionale della previdenza sociale (INPS), all'Istituto nazionale assicurazione infortuni sul lavoro (INAIL) e alle casse edili;
b) una dichiarazione relativa al contratto collettivo stipulato dalle organizzazioni sindacali comparativamente più rappresentative, applicato ai lavoratori dipendenti;

c) il certificato della Camera di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura, in corso di validità, con l'indicazione antimafia di cui agli articoli 6 e 9 del D. Lgs. 159/2011, oppure, in alternativa, ai fini dell'acquisizione d'ufficio, l'indicazione della propria esatta ragione sociale, numeri di codice fiscale e di partita IVA, numero REA;

d) i dati necessari ai fini dell'acquisizione d'ufficio del DURC da parte della Stazione appaltante, mediante la presentazione del modello unificato INAIL-INPS-CASSA EDILE, compilato nei quadri «A» e «B» oppure, in alternativa, le seguenti indicazioni:

- il contratto collettivo nazionale di lavoro (CCNL) applicato;
- la classe dimensionale dell'impresa in termini di addetti;
- per l'INAIL: codice ditta, sede territoriale dell'ufficio di competenza, numero di posizione assicurativa;
- per l'INPS: matricola azienda, sede territoriale dell'ufficio di competenza; se impresa individuale numero di posizione contributiva del titolare; se impresa artigiana, numero di posizione assicurativa dei soci;
- per la Cassa Edile (CAPE): codice impresa, codice e sede cassa territoriale di competenza;

e) il documento di valutazione dei rischi di cui al combinato disposto degli articoli 17, comma 1, lettera a), e 28, commi 1, 1-bis, 2 e 3, del D. Lgs. 81/2008;

f) una dichiarazione di non essere destinatario di provvedimenti di sospensione o di interdizione di cui all'articolo 14 del D. Lgs. 81/2008.

2. Entro gli stessi termini di cui al comma 1, l'appaltatore deve trasmettere al coordinatore per l'esecuzione il nominativo e i recapiti:

a) del proprio Responsabile del servizio prevenzione e protezione di cui all'articolo 31 del D. Lgs. 81/2008.

b) del proprio Medico competente di cui all'articolo 38 del D. Lgs. 81/2008;

c) l'accettazione del piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'articolo 1.8.3, con le eventuali richieste di adeguamento di cui all'articolo 1.8.4;

d) il piano operativo di sicurezza di cui all'articolo 1.8.5.

3. Gli adempimenti di cui ai commi 1 e 2 devono essere assolti:

a) dall'appaltatore, comunque organizzato anche nelle forme di cui alle lettere b), c), d) ed e), nonché, tramite questi, dai subappaltatori;

b) dal consorzio di cooperative o di imprese artigiane, oppure dal consorzio stabile, qualora il consorzio intenda eseguire i lavori direttamente con la propria organizzazione consortile;

c) dalla consorziata del consorzio di cooperative o di imprese artigiane, oppure del consorzio stabile, che il consorzio ha indicato per l'esecuzione dei lavori ai sensi degli articoli 47 e 48 del D. Lgs. 50/2016, qualora il consorzio sia privo di personale deputato alla esecuzione dei lavori; qualora siano state individuate più imprese consorziate esecutrici dei lavori gli adempimenti devono essere assolti da tutte le imprese consorziate indicate, per quanto di pertinenza di ciascuna di esse, per il tramite di una di esse appositamente individuata, sempre che questa abbia espressamente accettato tale individuazione;

d) da tutte le imprese raggruppate, per quanto di pertinenza di ciascuna di esse, per il tramite dell'impresa mandataria, qualora l'appaltatore sia un raggruppamento temporaneo di cui all'articolo 48 del D. Lgs. 50/2016; l'impresa affidataria, ai fini dell'articolo 89, comma 1, lettera i), del D. Lgs. 81/2008 è individuata nella mandataria, come risultante dell'atto di mandato;

e) da tutte le imprese consorziate, per quanto di pertinenza di ciascuna di esse, per il tramite dell'impresa individuata con l'atto costitutivo o lo statuto del consorzio, qualora l'appaltatore sia un consorzio ordinario di cui all'articolo 47 del D. Lgs. 50/2016; l'impresa affidataria, ai fini dell'articolo 89, comma 1, lettera i), del D. Lgs. 81/2008 è individuata con il predetto atto costitutivo o statuto del consorzio;

f) dai lavoratori autonomi che prestano la loro opera in cantiere.

4. Fermo restando quanto previsto all'articolo 1.8.6, comma 3, l'impresa affidataria comunica alla Stazione appaltante gli opportuni atti di delega di cui all'articolo 16 del D. Lgs. 81/2008.

5. L'appaltatore deve assolvere gli adempimenti di cui ai commi 1 e 2, anche nel corso dei lavori ogni qualvolta nel cantiere operi legittimamente un'impresa esecutrice o un lavoratore autonomo non previsti inizialmente.

Art. 1.8.2
NORME DI SICUREZZA GENERALI E SICUREZZA NEL CANTIERE

1. Anche ai sensi, ma non solo, dell'articolo 97, comma 1, del D. Lgs. 81/2008, l'appaltatore è obbligato:

a) ad osservare le misure generali di tutela di cui agli articoli 15, 17, 18 e 19 del D. Lgs. 81/2008 e all'allegato XIII allo stesso decreto nonché le altre disposizioni del medesimo decreto applicabili alle lavorazioni previste nel cantiere;
b) a rispettare e curare il 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, nell'osservanza delle disposizioni degli articolo da 108 a 155 del D. Lgs. 81/2008 e degli allegati XVII, XVIII, XIX, XX, XXII, XXIV, XXV, XXVI, XXVII, XXVIII, XXIX, XXX, XXXI, XXXII, XXXIII, XXXIV, XXXV e XLI, allo stesso decreto;
c) a verificare costantemente la presenza di tutte le condizioni di sicurezza dei lavori affidati;
d) ad osservare le disposizioni del vigente Regolamento Locale di Igiene, per quanto attiene la gestione del cantiere, in quanto non in contrasto con le disposizioni di cui al comma 1.

2. 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.

3. L'appaltatore garantisce che le lavorazioni, comprese quelle affidate ai subappaltatori, siano eseguite secondo il criterio «incident and injury free».

4. L'appaltatore non può iniziare o continuare i lavori qualora sia in difetto nell'applicazione di quanto stabilito all'articolo 1.8.1, commi 1, 2 o 5, oppure agli articoli 1.8.3, 1.8.4, 1.8.5 o 1.8.6.

Art. 1.8.3
PIANO 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 dell'articolo 100 del D. Lgs. 81/2008.

2. L'obbligo di cui al comma 1 è esteso altresì alle eventuali modifiche e integrazioni approvate o accettate dal coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione ai sensi dell'articolo 1.8.4.

Art. 1.8.4
MODIFICHE E INTEGRAZIONI AL PIANO DI SICUREZZA

1. 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 e di coordinamento, nei seguenti casi:
a) per adeguarne i contenuti alle proprie tecnologie oppure 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.

2. 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.

3. Qualora entro il termine di tre giorni lavorativi dalla presentazione delle proposte dell'appaltatore, prorogabile una sola volta di altri tre giorni lavorativi, il coordinatore per la sicurezza non si pronunci:
a) nei casi di cui al comma 1, lettera a), le proposte si intendono accolte;
b) nei casi di cui al comma 1, lettera b), le proposte si intendono rigettate.

4. Nei casi di cui al comma 1, 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.

5. Nei casi di cui al comma 1, 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. 1.8.5

PIANO OPERATIVO DI SICUREZZA

1. L'appaltatore, entro 30 giorni dall'aggiudicazione e comunque prima dell'inizio dei lavori, 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 per quanto attiene alle proprie scelte autonome e relative responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori. Il piano operativo di sicurezza, redatto ai sensi dell'articolo 89, comma 1, lettera h), del D. Lgs. 81/2008 e del punto 3.2 dell'allegato XV al predetto decreto, comprende il documento di valutazione dei rischi di cui agli articoli 28 e 29 del citato D. Lgs. 81/2008, con riferimento allo specifico cantiere e deve essere aggiornato ad ogni mutamento delle lavorazioni rispetto alle previsioni.

2. Ai sensi dell'articolo 105, comma 17, del D. Lgs. 50/2016 l'appaltatore è tenuto ad acquisire i piani operativi di sicurezza redatti dalle imprese subappaltatrici di cui all'articolo 1.9.1, comma 4, lettera d), sub. 2), del presente Capitolato, nonché a curare il coordinamento di tutte le imprese operanti nel cantiere, al fine di rendere gli specifici piani operativi di sicurezza compatibili tra loro e coerenti con il piano presentato dall'appaltatore.

3. Il piano operativo di sicurezza costituisce piano complementare di dettaglio del piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'articolo 1.8.3.

4. Ai sensi dell'articolo 96, comma 1-bis, del D. Lgs. 81/2008, il piano operativo di sicurezza non è necessario per gli operatori che si limitano a fornire materiali o attrezzature; restano fermi per i predetti operatori gli obblighi di cui all'articolo 26 del citato D. Lgs. 81/2008.

Art. 1.8.6
OSSERVANZA E ATTUAZIONE DEI PIANI DI SICUREZZA

1. L'appaltatore è obbligato ad osservare le misure generali di tutela di cui all'articolo 15 del D. Lgs. 81/2008, con particolare riguardo alle circostanze e agli adempimenti descritti agli articoli da 88 a 104 e agli allegati da XVI a XXV dello stesso decreto.

2. I piani di sicurezza devono essere redatti in conformità all'allegato XV al D. Lgs. 81/2008, nonché alla migliore letteratura tecnica in materia.

3. Prima dell'inizio dei lavori e quindi periodicamente, l'impresa esecutrice deve comunicare tempestivamente, a richiesta della Stazione appaltante o del coordinatore, l'iscrizione alla camera di commercio, industria, artigianato e agricoltura, l'indicazione dei contratti collettivi applicati ai lavoratori dipendenti e la dichiarazione circa l'assolvimento degli obblighi assicurativi e previdenziali. L'affidatario deve curare il coordinamento di tutte le imprese operanti nel cantiere, per 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 tale obbligo ricade sull'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.

4. Il piano di sicurezza ed il piano operativo di sicurezza costituiscono parte integrante del contratto di appalto. Le gravi o ripetute violazioni dei piani stessi da parte dell'appaltatore, in qualunque modo accertate, previa formale costituzione in mora dell'interessato, sono causa di risoluzione del contratto.

5. Ai sensi dell'articolo 105, comma 14, del D. Lgs. 50/2016, l'appaltatore è solidalmente responsabile con i subappaltatori per gli adempimenti, da parte di questo ultimo, degli obblighi di sicurezza.

CAPO 1.9

DISCIPLINA DEL SUBAPPALTO

Art. 1.9.1
SUBAPPALTO

1. 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. L'eventuale subappalto non può superare la quota del 30% dell'importo complessivo del contratto di lavori.

2. I soggetti affidatari del contratto possono affidare in subappalto le opere o i lavori, i servizi o le forniture compresi nel contratto, previa autorizzazione della stazione appaltante purché:
a) l'affidatario del subappalto non abbia partecipato alla procedura per l'affidamento dell'appalto;
b) il subappaltatore sia qualificato nella relativa categoria;
c) all'atto dell'offerta siano stati indicati i lavori o le parti di opere ovvero i servizi e le forniture o parti di servizi e forniture che si intende subappaltare;
d) il concorrente dimostri l'assenza in capo ai subappaltatori dei motivi di esclusione di cui all'articolo 80 del D. Lgs 50/2016.
Fino al 31 dicembre 2020 non sarà necessaria l'indicazione in fase di offerta della terna di subappaltatori ai sensi dell'art. 105 comma 6 del D. Lgs. 50/2016 e s.m.i.

3. La stazione appaltante provvede al rilascio dell'autorizzazione al subappalto entro trenta giorni dalla relativa richiesta; tale termine può essere prorogato una sola volta, ove ricorrano giustificati motivi. Trascorso tale termine senza che si sia provveduto, l'autorizzazione si intende concessa. Per i subappalti o cottimi di importo inferiore al 2 per cento dell'importo delle prestazioni affidate o di importo inferiore a 100.000 euro, i termini per il rilascio dell'autorizzazione da parte della stazione appaltante sono ridotti della metà.

4. Per le opere per le quali sono necessari lavori o componenti di notevole contenuto tecnologico o di rilevante complessità tecnica, quali strutture, impianti e opere speciali di cui all'articolo 89, comma 11 del D. Lgs. n.50/2016, e fermi restando i limiti previsti dal medesimo comma, l'eventuale subappalto non può superare il 30 per cento dell'importo delle opere e non può essere, senza ragioni obiettive, suddiviso.

5. In caso di appalto di lavori, servizi o forniture di importo pari o superiore alle soglie di cui all'articolo 35 D. Lgs. 50/2016 aggiornato alla legge n. 55/2019 è obbligatoria l'indicazione della terna di subappaltatori, 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 appalti aventi ad oggetto più tipologie di prestazioni, la terna 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.

6. L'affidatario deposita il contratto di subappalto presso la stazione appaltante almeno venti giorni prima della data di effettivo inizio dell'esecuzione delle relative prestazioni. Al momento del deposito del contratto di subappalto presso la stazione appaltante l'affidatario trasmette altresì la certificazione attestante il possesso da parte del subappaltatore dei requisiti di qualificazione prescritti dal D. Lgs. 50/2016 in relazione alla prestazione subappaltata e la dichiarazione del subappaltatore attestante l'assenza in capo ai subappaltatori dei motivi di esclusione di cui all'articolo 80 del D. Lgs. 50/2016. Il contratto di subappalto, corredato della documentazione tecnica, amministrativa e grafica direttamente derivata dagli atti del contratto affidato, indica puntualmente l'ambito operativo del subappalto sia in termini prestazionali che economici.

7. L'affidatario deve provvedere a sostituire i subappaltatori relativamente ai quali apposita verifica abbia dimostrato la sussistenza dei motivi di esclusione di cui all'articolo 80 del D. Lgs. 50/2016.

8. L'affidatario che si avvale del subappalto o del cottimo deve allegare alla copia autentica del contratto la dichiarazione circa la sussistenza o meno di eventuali forme di controllo o di collegamento a norma dell'articolo 2359 del Codice civile con il titolare del subappalto o del cottimo. Analoga dichiarazione deve essere effettuata da ciascuno dei soggetti partecipanti nel caso di raggruppamento temporaneo, società o consorzio.

9. L'affidatario deve praticare, per i lavori e le opere affidate in subappalto, gli stessi prezzi unitari risultanti dall'aggiudicazione ribassati in misura non superiore al 20% ed inoltre corrispondere gli oneri della sicurezza, relativi alle prestazioni affidate in subappalto, alle imprese subappaltatrici senza alcun ribasso; la stazione

appaltante, sentita la Direzione dei Lavori, il coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione, ovvero il direttore dell'esecuzione, deve provvedere alla verifica dell'effettiva applicazione della presente disposizione.

10. L'esecuzione delle prestazioni affidate in subappalto non può formare oggetto di ulteriore subappalto.

11. Le disposizioni di cui al presente articolo si applicano anche ai raggruppamenti temporanei e alle società anche consortili, quando le imprese riunite o consorziate non intendono eseguire direttamente le prestazioni scorporabili, nonché alle associazioni in partecipazione quando l'associante non intende eseguire direttamente le prestazioni assunte in appalto; si applicano altresì agli affidamenti con procedura negoziata.

12. L'affidamento di lavori in subappalto o in cottimo comporta i seguenti ulteriori obblighi:
a) Per i lavori, nei cartelli esposti all'esterno del cantiere devono essere indicati anche i nominativi di tutte le imprese subappaltatrici;
b) le imprese subappaltatrici devono osservare integralmente il trattamento economico e normativo stabilito dai contratti collettivi nazionale e territoriale in vigore per il settore e per la zona nella quale si svolgono i lavori e sono responsabili, in solido con l'appaltatore, dell'osservanza delle norme anzidette nei confronti dei loro dipendenti per le prestazioni rese nell'ambito del subappalto
d) le imprese subappaltatrici, per tramite dell'appaltatore, devono trasmettere alla Stazione appaltante, prima dell'inizio dei lavori in subappalto:
- la documentazione di avvenuta denunzia agli enti previdenziali, inclusa la Cassa edile, assicurativi ed antinfortunistici;
- copia del proprio piano operativo di sicurezza di cui all'articolo 105 comma 17, del D. Lgs. 50/2016 in coerenza con i piani di cui agli articoli 1.8.3 e 1.8.5 del presente Capitolato speciale.

Art. 1.9.2
RESPONSABILITA' 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, manlevando la Stazione appaltante stessa da ogni pretesa dei subappaltatori o da richieste di risarcimento danni che vengano avanzate da terzi in conseguenza all'esecuzione di lavori subappaltati.
L'aggiudicatario è responsabile in solido con il subappaltatore in relazione agli obblighi retributivi e contributivi, ai sensi dell'articolo 29 del D. Lgs. 276/2003. Nelle ipotesi di cui al comma 13, lettere a) e c), dell'art.105 del D. Lgs. 50/2016, l'appaltatore è liberato dalla responsabilità solidale di cui al primo periodo. L'affidatario è, altresì, responsabile in solido dell'osservanza delle norme sul trattamento economico e normativo stabilito dai contratti collettivi nazionale e territoriale in vigore per il settore e per la zona nella quale si eseguono le prestazioni da parte dei subappaltatori nei confronti dei loro dipendenti per le prestazioni rese nell'ambito del subappalto.

L'affidatario è, altresì, responsabile in solido dell'osservanza degli obblighi di sicurezza previsti dalla normativa vigente ed è tenuto a curare il coordinamento di tutti i subappaltatori operanti nel cantiere, al fine di rendere gli specifici piani di sicurezza di cui al D. Lgs. 81/2008 redatti dai singoli subappaltatori compatibili tra loro e coerenti con il piano presentato dall'affidatario. Nell'ipotesi di raggruppamento temporaneo o di consorzio, detto obbligo incombe al mandatario. Il direttore tecnico di cantiere è responsabile del rispetto del piano da parte di tutte le imprese impegnate nell'esecuzione dei lavori.

2. Il subappalto non autorizzato comporta inadempimento contrattualmente grave ed essenziale anche ai sensi dell'articolo 1456 del Codice civile con la conseguente possibilità, per la Stazione appaltante, di risolvere il contratto in danno dell'appaltatore, ferme restando le sanzioni penali previste dall'articolo 21 della Legge 13 settembre 1982, n. 646.

3. Ai subappaltatori, ai sub affidatari, nonché ai soggetti titolari delle prestazioni che non sono considerate subappalto ai sensi dell'art. 105, commi 2 e 3, del D. Lgs. 50/2016, si applica l'articolo
1.10.4, commi 5 e 6, in materia di tessera di riconoscimento.

Art. 1.9.3
PAGAMENTO DEI SUBAPPALTATORI

1. La Stazione appaltante non provvede al pagamento diretto dei subappaltatori e dei cottimisti e 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.

2. Ai sensi dell'articolo 105 comma 9, del D. Lgs. 50/2016, i pagamenti al subappaltatore, comunque effettuati, oppure all'appaltatore qualora questi abbia subappaltato parte dei lavori, sono subordinati:
a) alla trasmissione alla Stazione appaltante dei dati necessari all'acquisizione d'ufficio del DURC con le modalità di cui all'articolo 1.8.1, comma 1, lettera d), qualora modificati rispetto al DURC precedente;
b) all'ottemperanza alle prescrizioni di cui all'articolo 1.12.9 in materia di tracciabilità dei pagamenti;
c) alle limitazioni di cui all'articolo 1.12.1, commi 2 e 3.

3. Per i contratti relativi a lavori, servizi e forniture, in caso di ritardo nel pagamento delle retribuzioni dovute al personale dipendente dell'esecutore o del subappaltatore o dei soggetti titolari di subappalti e cottimi, nonché in caso di inadempienza contributiva risultante dal documento unico di regolarità contributiva, si applicano le disposizioni di cui all'articolo 30, commi 5 e 6, del D. Lgs. 50/2016.

4. Nel caso di formale contestazione delle richieste di cui al comma precedente, il responsabile del procedimento inoltra le richieste e delle contestazioni alla direzione provinciale del lavoro per i necessari accertamenti.

5. Qualora l'appaltatore non provveda nei termini agli adempimenti di cui ai commi 1 e 2, la Stazione appaltante può imporgli di adempiere alla trasmissione entro 10 (dieci) giorni, con diffida scritta e, in caso di ulteriore inadempimento, sospendere l'erogazione delle rate di acconto o di saldo fino a che l'appaltatore non provveda.

6. La documentazione contabile di cui al comma 1 deve dare atto separatamente degli eventuali oneri per la sicurezza da liquidare al subappaltatore.

7. Ai sensi dell'articolo 17, ultimo comma, del D.P.R. n. 633 del 1972, aggiunto dall'articolo 35, comma 5, della Legge 4 agosto 2006, n. 248, gli adempimenti in materia di I.V.A. relativi alle fatture quietanziate di cui al comma 1, devono essere assolti dall'appaltatore principale.

CAPO 1.10

CONTROVERSIE, MANODOPERA, ESECUZIONE D'UFFICIO

Art. 1.10.1
ACCORDO BONARIO

1. Ai sensi dell'articolo 205 del D. Lgs. 50/2016, qualora, a seguito dell'iscrizione di riserve sui documenti contabili, previa comunicazione scritta del direttore dei lavori o il direttore dell'esecuzione del contratto al responsabile unico del procedimento con allegata relazione riservata, l'importo economico dell'opera possa variare tra il 5 ed il 15 per cento dell'importo contrattuale, si attiverà il procedimento dell'accordo bonario di tutte le riserve iscritte fino al momento dell'avvio del procedimento stesso.

2. Il procedimento dell'accordo bonario riguarda tutte le riserve iscritte fino al momento dell'avvio del procedimento stesso e può essere reiterato quando le riserve iscritte, ulteriori e diverse rispetto a quelle già esaminate, raggiungano nuovamente l'importo di cui al comma 1, nell'ambito comunque di un limite massimo complessivo del 15 per cento dell'importo del contratto. Le domande che fanno valere pretese già oggetto di riserva, non possono essere proposte per importi maggiori rispetto a quelli quantificati nelle riserve stesse. Fino al 31 dicembre 2020 potranno essere oggetto di riserva anche gli aspetti progettuali che sono stati oggetto di verifica ai sensi dell'art. 26 del D. Lgs. n. 50/2016.

3. Prima dell'approvazione del certificato di collaudo ovvero di verifica di conformità o del certificato di regolare esecuzione, qualunque sia l'importo delle riserve, il responsabile unico del procedimento valuta l'ammissibilità e la non manifesta infondatezza delle riserve ai fini dell'effettivo raggiungimento del limite di valore di cui al comma 1 ed attiva l'accordo bonario per la risoluzione delle riserve iscritte.

4. Il responsabile unico del procedimento, entro 15 giorni dalla comunicazione di cui al comma 1, acquisita la relazione riservata del direttore dei lavori e, ove costituito, dell'organo di collaudo, può richiedere alla Camera arbitrale l'indicazione di una lista di cinque esperti aventi competenza specifica in relazione all'oggetto del contratto. Il responsabile unico del procedimento e il soggetto che ha formulato le riserve scelgono d'intesa, nell'ambito della lista, l'esperto incaricato della formulazione della proposta motivata di accordo bonario. In caso di mancata intesa tra il responsabile unico del procedimento e il soggetto che ha formulato le riserve, entro quindici giorni dalla trasmissione della lista l'esperto è nominato dalla Camera arbitrale che ne fissa anche il compenso. La proposta è formulata dall'esperto entro novanta giorni dalla nomina. Qualora il RUP non richieda la nomina dell'esperto, la proposta è formulata dal RUP entro novanta giorni dalla comunicazione di cui al comma 1.

5. L'esperto, qualora nominato, ovvero il RUP, verificano le riserve in contraddittorio con il soggetto che le ha formulate, effettuano eventuali ulteriori audizioni, istruiscono la questione anche con la raccolta di dati e informazioni e con l'acquisizione di eventuali altri pareri, e formulano, accertata e verificata la disponibilità di idonee risorse economiche, una proposta di accordo bonario, che viene trasmessa al dirigente competente della stazione appaltante e al soggetto che ha formulato le riserve.

6. Se la proposta è accettata dalle parti, entro quarantacinque giorni dal suo ricevimento, l'accordo bonario è concluso e viene redatto verbale sottoscritto dalle parti. L'accordo ha natura di transazione.

7. Sulla somma riconosciuta in sede di accordo bonario sono dovuti gli interessi al tasso legale a decorrere dal sessantesimo giorno successivo alla accettazione dell'accordo bonario da parte della stazione appaltante. In caso di reiezione della proposta da parte del soggetto che ha formulato le riserve ovvero di inutile decorso del termine di cui al secondo periodo possono essere aditi gli arbitri o il giudice ordinario

8. L'impresa, in caso di rifiuto della proposta di accordo bonario ovvero di inutile decorso del termine per l'accettazione, può instaurare un contenzioso giudiziario entro i successivi sessanta giorni, a pena di decadenza.

9. 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.

10. Ai sensi dell'articolo 208 del D. Lgs. 50/2016, comunque, le controversie relative a diritti soggettivi derivanti dall'esecuzione dei contratti pubblici di lavori, servizi, forniture, possono essere risolte mediante transazione nel rispetto del Codice civile e in forma scritta a pena di nullità, su proposta del soggetto aggiudicatario o del dirigente competente, sentito il responsabile unico del procedimento, laddove non risulti possibile esperire altri rimedi alternativi all'azione giurisdizionale. In tal caso, ove il valore dell'importo oggetto di concessione o rinuncia sia superiore a 100.000 euro (centomila euro), ovvero 200.000 euro (duecentomila euro) in caso di lavori pubblici, è acquisito il parere in via legale dell'Avvocatura dello Stato, qualora si tratti di amministrazioni centrali, ovvero di un legale interno alla struttura, ove esistente, secondo il rispettivo ordinamento, qualora si tratti di amministrazioni sub centrali.

Art. 1.10.2
COLLEGIO CONSULTIVO TECNICO

Fino alla data di entrata in vigore del regolamento di cui all'art. 216, comma 27-octies, del D. Lgs. 18 aprile 2016, n. 50, al fine di prevenire controversie relative all'esecuzione del contratto le parti possono convenire che prima dell'avvio dell'esecuzione, o comunque non oltre novanta giorni da tale data, sia costituito un collegio consultivo tecnico con funzioni di assistenza per la rapida risoluzione delle controversie di ogni natura suscettibili di insorgere nel corso dell'esecuzione del contratto stesso.

Il collegio consultivo tecnico è formato da tre membri dotati di esperienza e qualificazione professionale adeguata alla tipologia dell'opera. I componenti del collegio possono essere scelti dalle parti di comune accordo, ovvero le parti possono concordare che ciascuna di esse nomini un componente e che il terzo componente sia scelto dai due componenti di nomina di parte; in ogni caso, tutti i componenti devono essere approvati dalle parti. Il collegio consultivo tecnico si intende costituito al momento della sottoscrizione dell'accordo da parte dei componenti designati e delle parti contrattuali. All'atto della costituzione è fornita al collegio consultivo copia dell'intera documentazione inerente al contratto.

Nel caso in cui insorgano controversie, il collegio consultivo può procedere all'ascolto informale delle parti per

favorire la rapida risoluzione delle controversie eventualmente insorte. Può altresì convocare le parti per consentire l'esposizione in contraddittorio delle rispettive ragioni. L'eventuale accordo delle parti che accolga la proposta di soluzione indicata dal collegio consultivo non ha natura transattiva, salva diversa volontà delle parti stesse.

Il collegio consultivo tecnico è sciolto al termine dell'esecuzione del contratto o in data anteriore su accordo delle parti.

Art. 1.10.3
DEFINIZIONE DELLE CONTROVERSIE

1. Ove non si proceda all'accordo bonario ai sensi dell'articolo 1.10.1 e l'appaltatore confermi le riserve, la definizione di tutte le controversie derivanti dall'esecuzione del contratto è devoluta all'autorità giudiziaria competente presso il Foro di Alessandria ed è esclusa la competenza arbitrale.

2. La decisione sulla controversia dispone anche in ordine all'entità delle spese di giudizio e alla loro imputazione alle parti, in relazione agli importi accertati, al numero e alla complessità delle questioni.

Art. 1.10.4
CONTRATTI COLLETTIVI E DISPOSIZIONI SULLA MANODOPERA

1. L'appaltatore deve scrupolosamente ed integralmente osservare tutte le leggi, regolamenti e norme vigenti in materia, e quelle eventualmente entrate in vigore nel corso dei lavori, e in particolare:

a) nell'esecuzione dei lavori oggetto del presente appalto, l'appaltatore deve 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) tali obblighi vincolano l'appaltatore anche se non 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 di tutte le norme anzidette da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei rispettivi dipendenti, anche quando il contratto collettivo non disciplini l'ipotesi del subappalto; la circostanza che il subappalto non sia stato autorizzato non libera l'appaltatore dalla responsabilità, e ciò senza pregiudizio degli altri diritti della Stazione appaltante;
d) è obbligatoriamente tenuto al regolare assolvimento di tutti gli obblighi contributivi in materia previdenziale, assistenziale, antinfortunistica e in ogni altro ambito tutelato dalle leggi speciali.

2. In caso di inottemperanza agli obblighi contributivi nei confronti di INPS, INAIL e Cassa Edile da parte dell’appaltatore o dei subappaltatori, rilevata da un DURC negativo, in assenza di adeguate giustificazioni o di regolarizzazione tempestiva, la Stazione appaltante provvede direttamente al pagamento dei crediti vantati dai predetti istituti, in luogo dell’appaltatore e dei subappaltatori, utilizzando le somme trattenute sui pagamenti delle rate di acconto e di saldo ai sensi degli articoli 1.5.2, comma 8 e 1.5.3, comma 8, del presente Capitolato Speciale.

3. In caso di ritardo immotivato nel pagamento delle retribuzioni dovute al personale dipendente dell’appaltatore o dei subappaltatori, la Stazione appaltante può pagare direttamente ai lavoratori le retribuzioni arretrate, anche in corso d'opera, utilizzando le somme trattenute sui pagamenti delle rate di acconto e di saldo ai sensi degli articoli 1.5.2, comma 9 e 1.5.3, comma 8, del presente Capitolato Speciale.

4. In ogni momento il Direttore dei Lavori e, per suo tramite, il R.U.P., possono richiedere all’appaltatore e ai subappaltatori copia del libro unico del lavoro di cui all’articolo 39 della legge 9 agosto 2008, n. 133, possono altresì richiedere i documenti di riconoscimento al personale presente in cantiere e verificarne la effettiva iscrizione nel predetto libro unico del lavoro dell’appaltatore o del subappaltatore autorizzato.

5. Ai sensi degli articoli 18, comma 1, lettera u), 20, comma 3 e 26, comma 8, del D. Lgs. 81/2008, nonché dell’articolo 5, comma 1, primo periodo, della Legge n. 136 del 2010, l’appaltatore è obbligato a fornire a ciascun soggetto occupato in cantiere una apposita tessera di riconoscimento, impermeabile ed esposta in forma visibile, corredata di fotografia, contenente le generalità del lavoratore, i dati identificativi del datore di lavoro e la data di assunzione del lavoratore. L’appaltatore risponde dello stesso obbligo anche per i lavoratori dipendenti dai subappaltatori autorizzati; la tessera dei predetti lavoratori deve riportare gli estremi

dell’autorizzazione al subappalto. Tutti i lavoratori sono tenuti ad esporre detta tessera di riconoscimento.

6. Agli stessi obblighi devono ottemperare anche i lavoratori autonomi che esercitano direttamente la propria attività nei cantieri e il personale presente occasionalmente in cantiere che non sia dipendente dell’appaltatore o degli eventuali subappaltatori (soci, artigiani di ditte individuali senza dipendenti, professionisti, fornitori esterni, collaboratori familiari e simili); tutti i predetti soggetti devono provvedere in proprio e, in tali casi, la tessera di riconoscimento deve riportare i dati identificativi del committente ai sensi dell’articolo 5, comma 1, secondo periodo, della legge n. 136 del 2010.

7. La violazione degli obblighi di cui al comma 5 comporta l’applicazione, in capo al datore di lavoro, della sanzione amministrativa da euro 100,00 ad euro 500,00 per ciascun lavoratore. Il lavoratore munito della tessera di riconoscimento di cui al comma 3 che non provvede ad esporla è punito con la sanzione amministrativa da euro 50,00 a euro 300,00. Nei confronti delle predette sanzioni non è ammessa la procedura di diffida di cui all’articolo 13 del D. Lgs. 124/2004.

8. Fermo restando quanto previsto per l’acquisizione del DURC in sede di erogazione dei pagamenti, qualora tra la stipula del contratto e il primo stato di avanzamento dei lavori di cui all’articolo 1.5.2, o tra due successivi stati di avanzamento dei lavori, intercorra un periodo superiore a 180 (centottanta) giorni, la Stazione appaltante acquisisce il DURC relativo all'appaltatore e ai subappaltatori entro i 30 (trenta) giorni successivi alla scadenza dei predetti 180 (centottanta) giorni.

Art. 1.10.5
RISOLUZIONE DEL CONTRATTO - ESECUZIONE D'UFFICIO DEI LAVORI

1. La stazione appaltante può, ai sensi e con le modalità di cui all’art. 108 del D. Lgs. 50/2016, risolvere un contratto pubblico durante il periodo di sua efficacia, se una o più delle seguenti condizioni sono soddisfatte:
a) il contratto ha subito una modifica sostanziale che avrebbe richiesto una nuova procedura di appalto ai sensi dell'articolo 106 del medesimo decreto;
b) con riferimento alle modificazioni di cui all'articolo 106, comma 1, lettere b) e c) del D. Lgs. 50/2016 sono state superate le soglie di cui al comma 7 del predetto articolo; con riferimento alle modificazioni di cui all'articolo 106 comma 1, lettera e) del predetto articolo, sono state superate eventuali soglie stabilite dalle amministrazioni aggiudicatrici o dagli enti aggiudicatori; con riferimento alle modificazioni di cui all'articolo 106, comma 2 sono state superate le soglie di cui al medesimo comma 2, lettere a) e b);
c) l'aggiudicatario si è trovato, al momento dell'aggiudicazione dell'appalto in una delle situazioni di cui all'articolo 80, comma 1 per quanto riguarda i settori ordinari ovvero di cui all'articolo 170, comma 3, per quanto riguarda le concessioni e avrebbe dovuto pertanto essere escluso dalla procedura di appalto o di aggiudicazione della concessione, ovvero ancora per quanto riguarda i settori speciali avrebbe dovuto essere escluso a norma dell'articolo 136, comma 1, secondo e terzo periodo;
d) l'appalto non avrebbe dovuto essere aggiudicato in considerazione di una grave violazione degli obblighi derivanti dai trattati, come riconosciuto dalla Corte di giustizia dell'Unione europea in un procedimento ai sensi dell'articolo 258 TFUE, o di una sentenza passata in giudicato per violazione del presente codice.

2. Nelle ipotesi di cui al comma 1 non si applicano i termini previsti dall'articolo 21-nonies della legge 7 agosto 1990, n. 241.

3. la Stazione Appaltante ha altresì facoltà di risolvere il contratto con l'Appaltatore, in caso di:
a) l'inadempimento accertato alle norme di legge sulla prevenzione degli infortuni, sicurezza sul lavoro e assicurazioni obbligatorie del personale ai sensi dell'articolo 92 del d.lgs. n.81/2008 e s.m.i.;
b) subappalto abusivo, associazione in partecipazione, cessione anche parziale del contratto o violazione delle norme regolanti il subappalto.

4. Le stazioni appaltanti devono risolvere un contratto pubblico durante il periodo di efficacia dello stesso qualora:
a) nei confronti dell'appaltatore sia intervenuta la decadenza dell'attestazione di qualificazione per aver prodotto falsa documentazione o dichiarazioni mendaci;
b) nei confronti dell'appaltatore sia intervenuto un provvedimento definitivo che dispone l'applicazione di una o più misure di prevenzione di cui al codice delle leggi antimafia e delle relative misure di prevenzione, ovvero sia intervenuta sentenza di condanna passata in giudicato per i reati di cui all'articolo 80 del D. Lgs. 50/2016.

5. Quando il direttore dei lavori o il responsabile dell'esecuzione del contratto, se nominato, accerta un grave

inadempimento alle obbligazioni contrattuali da parte dell'appaltatore, tale da comprometterne la buona riuscita delle prestazioni, invia al responsabile del procedimento una relazione particolareggiata, corredata dei documenti necessari, indicando la stima dei lavori eseguiti regolarmente, il cui importo può essere riconosciuto all'appaltatore. Egli formula, altresì, la contestazione degli addebiti all'appaltatore, assegnando un termine non inferiore a quindici giorni per la presentazione delle proprie controdeduzioni al responsabile del procedimento. Acquisite e valutate negativamente le predette controdeduzioni, ovvero scaduto il termine senza che l'appaltatore abbia risposto, la stazione appaltante su proposta del responsabile del procedimento dichiara risolto il contratto.

6. Qualora, al di fuori di quanto previsto al comma 3, l'esecuzione delle prestazioni ritardi per negligenza dell'appaltatore rispetto alle previsioni del contratto, il direttore dei lavori o il responsabile unico dell'esecuzione del contratto, se nominato gli assegna un termine, che, salvo i casi d'urgenza, non può essere inferiore a dieci giorni, entro i quali l'appaltatore deve eseguire le prestazioni. Scaduto il termine assegnato, e redatto processo verbale in contraddittorio con l'appaltatore, qualora l'inadempimento permanga, la stazione appaltante risolve il contratto, fermo restando il pagamento delle penali.

7. Nel caso di risoluzione del contratto l'appaltatore ha diritto soltanto al pagamento delle prestazioni relative ai lavori, servizi o forniture regolarmente eseguiti, decurtato degli oneri aggiuntivi derivanti dallo scioglimento del contratto.

8. Il responsabile unico del procedimento nel comunicare all'appaltatore la determinazione di risoluzione del contratto, dispone, con preavviso di venti giorni, che il direttore dei lavori curi la redazione dello stato di consistenza dei lavori già eseguiti, l'inventario di materiali, macchine e mezzi d'opera e la relativa presa in consegna.

9. Qualora sia stato nominato, l'organo di collaudo procede a redigere, acquisito lo stato di consistenza, un verbale di accertamento tecnico e contabile con le modalità di cui al presente codice. Con il verbale è accertata la corrispondenza tra quanto eseguito fino alla risoluzione del contratto e ammesso in contabilità e quanto previsto nel progetto approvato nonché nelle eventuali perizie di variante; è altresì accertata la presenza di eventuali opere, riportate nello stato di consistenza, ma non previste nel progetto approvato nonché nelle eventuali perizie di variante.

10. Nei casi di cui ai commi 2 e 3, in sede di liquidazione finale dei lavori, servizi o forniture riferita all'appalto risolto, l'onere da porre a carico dell'appaltatore è determinato anche in relazione alla maggiore spesa sostenuta per affidare ad altra impresa i lavori ove la stazione appaltante non si sia avvalsa della facoltà prevista dall'articolo 110, comma 1, del D. Lgs. 50/2016.

11. Nei casi di risoluzione del contratto di appalto dichiarata dalla stazione appaltante l'appaltatore deve provvedere al ripiegamento dei cantieri già allestiti e allo sgombero delle aree di lavoro e relative pertinenze nel termine a tale fine assegnato dalla stessa stazione appaltante; in caso di mancato rispetto del termine assegnato, la stazione appaltante provvede d'ufficio addebitando all'appaltatore i relativi oneri e spese. La stazione appaltante, in alternati va all'esecuzione di eventuali provvedimenti giurisdizionali cautelari, possessori o d'urgenza comunque denominati che inibiscano o ritardino il ripiegamento dei cantieri o lo sgombero delle aree di lavoro e relative pertinenze, può depositare cauzione in conto vincolato a favore dell'appaltatore o prestare fideiussione bancaria o polizza assicurativa con le modalità di cui all'articolo 93 del D. Lgs. 50/2016, pari all'uno per cento del valore del contratto. Resta fermo il diritto dell'appaltatore di agire per il risarcimento dei danni.

CAPO 1.11

DISPOSIZIONI PER L'ULTIMAZIONE

Art. 1.11.1
ULTIMAZIONE DEI LAVORI E GRATUITA MANUTENZIONE

1. Ultimati i lavori e in seguito a richiesta scritta dell'impresa appaltatrice, il Direttore dei Lavori redige, entro 10 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 deve eliminare a proprie 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, viene applicata la penale per i ritardi prevista dall'apposito articolo del presente capitolato, 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, in tutto o in parte, le opere con apposito verbale subito dopo che si è proceduto all'accertamento sommario, se questo ha avuto esito positivo, ovvero nel termine assegnato dalla direzione lavori ai sensi dei commi precedenti.

4. Dalla data del verbale di ultimazione dei lavori decorre il periodo di gratuita manutenzione; tale periodo cessa con l'approvazione finale del collaudo o certificato di regolare esecuzione da parte dell'ente appaltante, da effettuarsi entro i termini previsti dal presente capitolato.

5. Non può ritenersi verificata l'ultimazione dei lavori se l'appaltatore non ha consegnato al direttore di lavori le certificazioni e i collaudi tecnici di cui all'articolo 1.4.1, comma 6; in tal caso il direttore dei lavori non può redigere il certificato di ultimazione e, qualora redatto, questo non è efficace e non decorrono i termini di cui all'articolo 1.11.3, né i termini per il pagamento della rata di saldo di cui all'articolo 1.5.3.

Art. 1.11.2
CONTO FINALE

Ai sensi dell'art. 27 del D.M. MIT 49/2018, il Direttore dei lavori compila il conto finale entro il termine stabilito nel presente capitolato speciale e con le stesse modalità previste per lo stato avanzamento dei lavori e provvede a trasmetterlo al responsabile del procedimento.

Il Direttore dei lavori accompagna il conto finale con una relazione in cui sono indicate le vicende alle quali l'esecuzione del lavoro è stata soggetta, allegando la documentazione di seguito elencata:

a) i verbali di consegna dei lavori;
b) gli atti di consegna e riconsegna di mezzi d'opera, aree o cave di prestito concessi in uso all'esecutore;
c) le eventuali perizie suppletive e di variante, con gli estremi della pervenuta approvazione;
d) gli eventuali nuovi prezzi ed i relativi verbali di concordamento, atti di sottomissione e atti aggiuntivi, con gli estremi di approvazione e di registrazione;
e) gli ordini di servizio impartiti;
f) la sintesi dell'andamento e dello sviluppo dei lavori con l'indicazione delle eventuali riserve e la menzione delle eventuali transazioni e accordi bonari intervenuti, nonché una relazione riservata relativa alle riserve dell'esecutore non ancora definite;
g) i verbali di sospensione e ripresa dei lavori, il certificato di ultimazione con la indicazione dei ritardi e delle relative cause;
h) gli eventuali sinistri o danni a persone animali o cose con indicazione delle presumibili cause e delle relative conseguenze;
i) i processi verbali di accertamento di fatti o di esperimento di prove;
l) le richieste di proroga e le relative determinazioni della stazione appaltante;
m) gli atti contabili (libretti delle misure, registro di contabilità, sommario del registro di contabilità);
n) tutto ciò che può interessare la storia cronologica della esecuzione, aggiungendo tutte quelle notizie tecniche ed economiche che possono agevolare il collaudo.

Art. 1.11.3
TERMINI PER IL COLLAUDO O PER L'ACCERTAMENTO DELLA REGOLARE ESECUZIONE

1. Il certificato di regolare esecuzione deve essere emesso entro tre mesi dall'ultimazione dei lavori ed ha carattere provvisorio. Esso assume carattere definitivo trascorsi due anni dalla data dell'emissione. Decorso tale termine, il certificato di regolare esecuzione si intende tacitamente approvato anche se l'atto formale di approvazione non sia intervenuto.

2. Durante l’esecuzione dei lavori la Stazione appaltante può effettuare operazioni di collaudo volte a verificare la piena rispondenza delle caratteristiche dei lavori in corso di realizzazione a quanto richiesto negli elaborati progettuali, nel presente capitolato o nel contratto.

3. I termini di inizio e di conclusione delle operazioni di collaudo e le caratteristiche e modalità dello stesso dovranno rispettare le disposizioni di cui all'art. 102 del D. Lgs. 50/2016.

4. All'esito positivo del collaudo o della verifica di conformità, e comunque entro un termine non superiore a sette giorni dagli stessi, il responsabile unico del procedimento rilascia il certificato di pagamento ai fini dell'emissione della fattura da parte dell'appaltatore; il relativo pagamento è effettuato nel termine di trenta giorni decorrenti dal suddetto esito positivo del collaudo o della verifica di conformità, salvo che sia espressamente concordato nel contratto un diverso termine, comunque non superiore a sessanta giorni e purché ciò sia oggettivamente giustificato dalla natura particolare del contratto o da talune sue caratteristiche.
Il certificato di pagamento non costituisce presunzione di accettazione dell'opera, ai sensi dell'articolo 1666, secondo comma, del Codice civile.

Art. 1.11.4
PRESA IN CONSEGNA DEI LAVORI ULTIMATI

1. La Stazione appaltante si riserva di prendere in consegna, in tutto o in parte, le opere appaltate anche subito dopo l'ultimazione dei lavori.

2. Se la Stazione appaltante si avvale della facoltà di cui al comma 1, che viene comunicata all'appaltatore per iscritto, lo stesso appaltatore non può opporvisi per alcun motivo, né può reclamare alcun compenso.

3. L'appaltatore può però richiedere che venga redatto apposito verbale relativo allo stato delle opere, al fine di 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 R.U.P., in presenza dell'appaltatore o di due testimoni in caso di sua assenza.

5. Se la Stazione appaltante non si trova nella condizione di prendere in consegna le opere dopo l'ultimazione dei lavori, l'appaltatore non può reclamare la consegna ed è tenuto alla gratuita manutenzione fino ai termini previsti dal presente capitolato.

CAPO 1.12

NORME FINALI

Art. 1.12.1
ONERI E OBBLIGHI A CARICO DELL'APPALTATORE

1. Oltre agli oneri di cui al capitolato generale d’appalto, al D. Lgs. 50/2016 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'inghiaiamento 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 o certificato di regolare esecuzione, della continuità degli scoli 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 oppure 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 presente capitolato o sia richiesto dalla Direzione dei Lavori, per ottenere il relativo nullaosta alla realizzazione delle opere simili, nonché la fornitura al Direttore Lavori, prima della posa in opera di qualsiasi materiale o l'esecuzione di una qualsiasi tipologia di lavoro, della campionatura dei materiali, dei dettagli costruttivi e delle schede tecniche relativi alla posa in opera;

l) la fornitura e manutenzione dei cartelli di avviso, fanali di segnalazione notturna nei punti prescritti e 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;

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 presente capitolato 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) la pulizia, prima dell'uscita dal cantiere, dei propri mezzi e/o di quelli dei subappaltatori e l'accurato lavaggio giornaliero delle aree pubbliche in qualsiasi modo lordate durante l'esecuzione dei lavori, compreso la pulizia delle caditoie stradali;

s) la dimostrazione dei pesi, a richiesta del Direttore Lavori, presso le pubbliche o private stazioni di pesatura.

t) provvedere agli adempimenti della legge n. 1086 del 1971, al deposito della documentazione presso l'ufficio comunale competente e quant'altro derivato dalla legge sopra richiamata;
u) il divieto di autorizzare Terzi alla pubblicazione di notizie, fotografie e disegni delle opere oggetto dell'appalto salvo esplicita autorizzazione scritta della Stazione appaltante;
v) ottemperare alle prescrizioni previste dalla Legge 447/1995 in materia di esposizioni ai rumori;
w) il completo sgombero del cantiere entro 15 giorni dal positivo collaudo provvisorio delle opere;
x) richiedere tempestivamente i permessi e sostenere i relativi oneri per la chiusura al transito veicolare e pedonale (con l'esclusione dei residenti) delle strade urbane interessate dalle opere oggetto dell'appalto;
y) installare e mantenere funzionante per tutta la necessaria durata dei lavori la cartellonista a norma del codice della strada atta ad informare il pubblico in ordine alla variazione della viabilità cittadina connessa con l'esecuzione delle opere appaltate. L'appaltatore dovrà preventivamente concordare tipologia, numero e posizione di tale segnaletica con il locale comando di polizia municipale e con il coordinatore della sicurezza;
z) installare idonei dispositivi e/o attrezzature per l'abbattimento della produzione delle polveri durante tutte le fasi lavorative, in particolare nelle aree di transito degli automezzi.

2. Ai sensi dell'articolo 4 della legge n. 136 del 2010 la proprietà degli automezzi adibiti al trasporto dei materiali per l'attività del cantiere deve essere facilmente individuabile; a tale scopo la bolla di consegna del materiale deve indicare il numero di targa dell'automezzo e le generalità del proprietario nonché, se diverso, del locatario, del comodatario, dell'usufruttuario o del soggetto che ne abbia comunque la stabile disponibilità.

3. L'appaltatore è tenuto a richiedere, prima della realizzazione dei lavori, presso tutti i soggetti diversi dalla Stazione appaltante (Consorzi, privati, Provincia, gestori di servizi a rete e altri eventuali soggetti coinvolti o competenti in relazione ai lavori in esecuzione) 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, con esclusione dei permessi e degli altri atti di assenso aventi natura definitiva e afferenti il lavoro pubblico in quanto tale.

Art. 1.12.2
OBBLIGHI SPECIALI A CARICO DELL'APPALTATORE

1. L'appaltatore ha l'obbligo di:

a) intervenire all'effettuazione delle misurazioni, che possono comunque essere eseguite alla presenza di due testimoni nel caso in cui egli, benché invitato non si presenti;
b) firmare i libretti delle misure, i brogliacci e gli eventuali disegni integrativi, che gli vengano sottoposti dal Direttore dei Lavori, subito dopo la firma di questi;
c) consegnare tempestivamente al direttore lavori tutte le fatture relative alle lavorazioni e somministrazioni previste dal presente capitolato ed ordinate dal Direttore dei Lavori, che per la loro natura si giustificano mediante fattura;
d) consegnare al Direttore dei Lavori le note che si riferiscono alle giornate di operai, di noli e di mezzi d'opera, le altre provviste somministrate, per gli eventuali lavori previsti ed ordinati in economia nonché firmare le relative liste settimanali sottopostegli dal Direttore dei Lavori.

2. L'appaltatore deve eseguire i tracciamenti e i riconfinamenti, nonché conservare i termini di confine, così come gli sono stati consegnati dalla direzione lavori su supporto cartografico o magnetico- informatico. L'appaltatore ha, inoltre, l'obbligo di rimuovere gli eventuali picchetti e confini esistenti nel minor numero possibile e limitatamente alle necessità di esecuzione dei lavori. Prima di ultimare i lavori stessi e comunque a semplice richiesta della direzione lavori, l'appaltatore deve ripristinare tutti i confini e i picchetti di segnalazione, nelle posizioni che gli sono state inizialmente consegnate dalla stessa direzione lavori.

3. L'appaltatore ha l'obbligo di produrre, alla direzione dei lavori, un'adeguata documentazione fotografica relativa alle lavorazioni particolarmente complesse, o che siano non più ispezionabili o non più verificabili dopo la loro esecuzione, oppure a richiesta della direzione dei lavori. La documentazione fotografica, a colori e in formati riproducibili agevolmente, indica in modo automatico e non modificabile, la data e l'ora in cui sono state fatte le relative riprese.

Art. 1.12.3
PROPRIETA' 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 devono essere trasportati e regolarmente accatastati in apposito sito opportunamente delimitati in attesa delle analisi di laboratorio per poi essere o riutilizzati oppure trasportati a pubblica discarica , 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. In attuazione dell'articolo 36 del capitolato generale d'appalto i materiali provenienti dalle demolizioni devono essere trasportati e regolarmente accatastati in apposito sito opportunamente delimitati in attesa delle analisi di laboratorio per poi essere o riutilizzati oppure trasportati a pubblica discarica, a cura e spese dell'appaltatore, intendendosi quest'ultimo compensato degli oneri di trasporto e di accatastamento con i corrispettivi contrattuali previsti per le demolizioni.

4. 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, fermo restando quanto previsto dall'articolo 91, comma 2, del D. Lgs. 42/2004.

5. È fatta salva la possibilità, se ammessa, di riutilizzare i materiali di cui ai commi 1, 2 e 3, ai fini di cui all'articolo 1.12.4.

Art. 1.12.4
UTILIZZO DI MATERIALI RECUPERATI O RICICLATI

1. Il progetto non prevede categorie di prodotti (tipologie di manufatti e beni) ottenibili con materiale riciclato, tra quelle elencate nell'apposito decreto ministeriale emanato ai sensi dell'articolo 2, comma 1, lettera d), del decreto del ministero dell'ambiente 8 maggio 2003, n. 203.

Art. 1.12.5
TERRE E ROCCE DA SCAVO

1. Sono a carico e a cura dell'appaltatore tutti gli adempimenti imposti dalla normativa ambientale, compreso l'obbligo della tenuta del registro di carico e scarico dei rifiuti, indipendentemente dal numero dei dipendenti e dalla tipologia dei rifiuti prodotti.

2. E' altresì a carico e a cura dell'appaltatore il trattamento delle terre e rocce da scavo (TRS) e la relativa movimentazione, ivi compresi i casi in cui terre e rocce da scavo:

a) siano considerate rifiuti speciali ai sensi dell'articolo 184 del D. Lgs. 186/2006;
b) siano sottratte al regime di trattamento dei rifiuti nel rispetto di quanto previsto dagli articoli 185 e 186 dello stesso D. Lgs. 186/2006 e di quanto ulteriormente disposto dall'articolo 20, comma 10- sexies della legge 19 gennaio 2009, n. 2.

3. Sono infine a carico e cura dell'appaltatore gli adempimenti che dovessero essere imposti da norme sopravvenute.

Art. 1.12.6
CUSTODIA DEL CANTIERE

1. E' posta 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 in cui i lavori sono sospesi e fino alla presa in consegna dell'opera da parte della Stazione appaltante.

Art. 1.12.7
CARTELLO DI CANTIERE

1. L'appaltatore deve predisporre ed esporre in sito numero uno esemplare del cartello indicatore, con le

dimensioni di almeno cm. 100 di base e 200 di altezza, recanti le descrizioni di cui alla Circolare del Ministero dei LL.PP. dell'1 giugno 1990, n. 1729/UL, nonché, se del caso, le indicazioni di cui all'articolo 12 del D.M. 22 gennaio 2008, n. 37.

2. Il cartello di cantiere, da aggiornare periodicamente in relazione all'eventuale mutamento delle condizioni ivi riportate; è fornito in conformità al modello di cui all'allegato «D».

Art. 1.12.8
EVENTUALE SOPRAVVENUTA INEFFICACIA DEL CONTRATTO

1. Qualora il contratto sia dichiarato inefficace per gravi violazioni in seguito ad annullamento dell'aggiudicazione definitiva per gravi violazioni, trova applicazione l'articolo 121 dell'allegato 1 al D. Lgs. 104/2010 (Codice del processo amministrativo).

2. Qualora il contratto sia dichiarato inefficace in seguito ad annullamento dell'aggiudicazione definitiva per motivi diversi dalle gravi violazioni di cui al comma 1, trova l'articolo 122 dell'allegato 1 al D. Lgs. 104/2010.

3. Trovano in ogni caso applicazione, ove compatibili e in seguito a provvedimento giurisdizionale, gli articoli 123 e 124 dell'allegato 1 al D. Lgs. 104/2010.

Art. 1.12.9
TRACCIABILITÀ DEI PAGAMENTI

1. Ai sensi dell'articolo 3, commi 1 e 8, della legge n. 136 del 2010, gli operatori economici titolari dell'appalto, nonché i subappaltatori, devono comunicare alla Stazione appaltante gli estremi identificativi dei conti correnti dedicati, anche se non in via esclusiva, accesi presso banche o presso Poste italiane S.p.A., entro 7 (sette) giorni dalla stipula del contratto oppure entro 7 (sette) giorni dalla loro accensione se successiva, comunicando altresì negli stessi termini le generalità e il codice fiscale delle persone delegate ad operare sui predetti conti. L'obbligo di comunicazione è esteso anche alle modificazioni delle indicazioni fornite in precedenza. In assenza delle predette comunicazioni la Stazione appaltante sospende i pagamenti e non decorrono i termini legali per l'applicazione degli interessi legali, degli interessi di mora e per la richiesta di risoluzione di cui agli articoli 1.5.4 e 1.5.5.

2. Tutti i movimenti finanziari relativi all'intervento:

a) per pagamenti a favore dell'appaltatore, dei subappaltatori, dei sub-contraenti, dei sub-fornitori o comunque di soggetti che eseguono lavori, forniscono beni o prestano servizi in relazione all'intervento, devono avvenire mediante bonifico bancario o postale, ovvero altro mezzo che sia ammesso dall'ordinamento giuridico in quanto idoneo ai fini della tracciabilità;
b) i pagamenti di cui alla precedente lettera a) devono avvenire in ogni caso utilizzando i conti correnti dedicati di cui al comma 1;
c) i pagamenti destinati a dipendenti, consulenti e fornitori di beni e servizi rientranti tra le spese generali nonché quelli destinati all'acquisto di immobilizzazioni tecniche devono essere eseguiti tramite i conti correnti dedicati di cui al comma 1, per il totale dovuto, anche se non riferibile in via esclusiva alla realizzazione dell'intervento.

3. I pagamenti in favore di enti previdenziali, assicurativi e istituzionali, nonché quelli in favore di gestori e fornitori di pubblici servizi, ovvero quelli riguardanti tributi, possono essere eseguiti anche con strumenti diversi da quelli ammessi dal comma 2, lettera a), fermo restando l'obbligo di documentazione della spesa. Per le spese giornaliere, di importo inferiore o uguale a 1.500,00 euro possono essere utilizzati sistemi diversi da quelli ammessi dal comma 2, lettera a), fermi restando il divieto di impiego del contante e l'obbligo di documentazione della spesa.

4. Ogni pagamento effettuato ai sensi del comma 2, lettera a), deve riportare, in relazione a ciascuna transazione, il CIG di cui all'articolo 1.1.1, comma 6, lettera a) e il CUP di cui all'articolo 1, comma 6, lettera b).

5. Fatte salve le sanzioni amministrative pecuniarie di cui all'articolo 6 della legge n 136 del 2010:

a) la violazione delle prescrizioni di cui al comma 2, lettera a), costituisce causa di risoluzione del contratto ai sensi dell'articolo 3, comma 9-bis, della citata legge n. 136 del 2010;

b) la violazione delle prescrizioni di cui al comma 2, lettere b) e c), o ai commi 3 e 4, qualora reiterata per più di una volta, costituisce causa di risoluzione del contratto ai sensi dell'articolo 1.10.5, comma 1, lettera m), del presente Capitolato speciale.

6. I soggetti di cui al comma 1 che hanno notizia dell'inadempimento della propria controparte agli obblighi di tracciabilità finanziaria di cui ai commi da 1 a 3, procedono all'immediata risoluzione del rapporto contrattuale, informandone contestualmente la stazione appaltante e la prefettura-ufficio territoriale del Governo territorialmente competente.

7. Le clausole di cui al presente articolo devono essere obbligatoriamente riportate nei contratti sottoscritti con i subappaltatori e i subcontraenti della filiera delle imprese a qualsiasi titolo interessate all'intervento ai sensi del comma 2, lettera a); in assenza di tali clausole i predetti contratti sono nulli senza necessità di declaratoria.

Art. 1.12.10
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 necessari per ottenere 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, inoltre, a carico dell'appaltatore anche tutte le spese di bollo per gli atti occorrenti per la gestione del lavoro, dalla consegna alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio.

3. Per atti aggiuntivi o risultanze contabili finali che determinino aggiornamenti o conguagli delle somme per spese contrattuali, imposte e tasse di cui ai commi 1 e 2, le maggiori somme sono comunque poste a carico dell'appaltatore e si applica l'articolo 8 del capitolato generale d'appalto.

4. Restano inoltre a carico dell'appaltatore le imposte e gli altri oneri, che, direttamente o indirettamente, gravino sui lavori e sulle forniture oggetto dell'appalto.

5. Il presente contratto è soggetto all'imposta sul valore aggiunto, come regolata dalla legge. Tutti gli importi citati nel presente capitolato si intendono I.V.A. esclusa.

PARTE II

NORME TECNICHE

QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI

I materiali da impiegare per i lavori compresi nell'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio in rapporto alla funzione a cui sono destinati.
Per la provvista di materiali in genere, si richiamano espressamente le prescrizioni dell'art. 16 del Capitolato Generale d'Appalto D.M. 145/2000.
In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori.
I materiali proveranno da località o fabbriche che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti di cui sopra.
Quando la Direzione dei Lavori abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Appaltatore dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese dello stesso Appaltatore.
Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della Direzione dei Lavori, l'Appaltatore resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.
I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti qui di seguito fissati.

1.0. ACQUA

Dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri o solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate e rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con D.M. 14 febbraio 1992 (S.O. alla G.U. n. 65 del 18/3/1992) in applicazione dell'Art. 21 della Legge
1086 del 5 novembre 1971.

2.0. LEGANTI IDRAULICI

Dovranno corrispondere, come richiamato dal D.M. 14 febbraio 1992, alla legge 26 maggio 1965 n. 595 (G.U. n. 143 del 10.06.1965).

I leganti idraulici si distinguono in:
1) Cementi (di cui all'art. 1 lettera A) - B) - C) della legge 595/1965). Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:
- D.M. 3.6.1968 che approva le “Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi” (G.U. n. 180 del 17.7.1968).
- D.M. 20.11.1984 “Modificazione al D.M. 3.6.1968 recante norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi” (G.U. n. 353 del 27.12.1984).
- Avviso di rettifica al D.M. 20.11.1984 (G.U. n. 26 del 31.1.1985).
- D.I. 9.3.1988 n. 126 “Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi”.

2) Agglomerati cementizi e calci idrauliche (di cui all'art. 1 lettera D) e E)della Legge 595/1965). Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:
- D.M. 31.8.1972 che approva le “Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche” (G.U. n. 287 del 6.11.1972).

3.0. CALCI AEREE - POZZOLANE

Dovranno corrispondere alle “Norme per l'accettazione delle calci aeree”, R.D. 16 novembre 1939, n. 2231 ed alle “Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico”, R.D. 16 novembre 1939, n. 2230.

a) Calci aeree
Dovranno avere le caratteristiche ed i requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione delle calci", di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2230.

b) Calce grassa in zolle
Dovrà provenire da calcari puri, essere di recente, perfetta ed uniforme cottura, non bruciata né vitrea né pigra ad idratarsi ed infine di qualità tale che, mescolata con la sola quantità di acqua dolce necessaria all'estinzione, si trasformi completamente in una pasta soda a grassello tenuissimo (rendimento min. 2,5 m3/t), senza lasciare residui maggiori del 5% dovuti a parti non bene decarburate, siliciose od altrimenti inerti. La calce viva in zolle,

al momento dell'estinzione, dovrà essere perfettamente anidra; sarà rifiutata quella ridotta in polvere o sfiorita e perciò si dovrà provvederla in rapporto al bisogno e conservarla in luoghi asciutti e ben riparati dall'umidità. L'estinzione della calce verrà effettuata meccanicamente, mediante macchine a ciclo continuo, o tradizionalmente, a mezzo di batterie di vasche accoppiate poste a livello diverso e separate da griglia 3,35 UNI 2331. La calce grassa destinata agli intonaci dovrà esser spenta almeno tre mesi prima dell'impiego, quella destinata alle murature almeno 15 giorni.

c) Calce magra in zolle
Non sarà consentito, se non diversamente disposto, l'impiego di tale tipo di calce.

d) Calce idrata in polvere
Dovrà essere confezionata in idonei imballaggi e conservata in locali ben asciutti. Gli imballaggi dovranno portare ben visibili: l'indicazione del produttore, il peso del prodotto e la specifica se trattasi di fiore di calce o calce idrata da costruzione.

4.0. GHIAIE - GHIAIETTI - PIETRISCHI - PIETRISCHETTI - SABBIE PER STRUTTURE IN MURATURA ED IN CONGLOMERATI CEMENTIZI

Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dal D.M. 14 febbraio 1992 norme tecniche alle quali devono uniformarsi le costruzioni in conglomerato cementizio, normale e precompresso, ed a struttura metallica.
Le dimensioni dovranno essere sempre le maggiori tra quelle previste come compatibili per la struttura a cui il calcestruzzo è destinato; di norma però non si dovrà superare la larghezza di cm 5 (per larghezza s'intende la dimensione dell'inerte misurato in una setacciatrice) se si tratta di lavori correnti di fondazione; di cm 4 se si tratta di getti per volti, per lavori di elevazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpate o simili; di cm 3 se si tratta di cementi armati; e di cm 2 se si tratta di cappe o di getti di limitato spessore (parapetti, cunette, copertine, ecc.).
Per le caratteristiche di forma valgono le prescrizioni riportate nello specifico articolo riguardante i conglomerati cementizi.

5.0. PIETRISCHI - PIETRISCHETTI - GRANIGLIE - SABBIE - ADDITIVI DA IMPIEGARE PER PAVIMENTAZIONI

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti “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-Ed. 1953) ed essere rispondenti alle specificazioni riportate nelle rispettive norme di esecuzione dei lavori.

6.0. GHIAIE - GHIAIETTI PER PAVIMENTAZIONI

Dovranno corrispondere, come pezzatura e caratteristiche, ai requisiti stabiliti nella “Tabella U.N.I. 2710 - Ed. giugno 1945” ed eventuali 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 perdite di peso, per decantazione in acqua, superiori al 2%.

7.0. CUBETTI DI PIETRA

Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti “Norme per l'accettazione di cubetti di pietra per pavimentazioni stradali” C.N.R. - Ed. 1954 e nella “Tabella U.N.I. 2719 - Ed. 1945”.

8.0. CORDONI - BOCCHETTE DI SCARICO - RISVOLTI - GUIDE DI RISVOLTO - SCIVOLI PER ACCESSI - GUIDE E MASSELLI PER PAVIMENTAZIONE

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle “Tabelle U.N.I. 2712, 2713, 2714, 2715, 2716, 2717, 2718 - Ed. 1945”.

9.0. SCAPOLI DI PIETRA DA IMPIEGARE PER FONDAZIONI

Dovranno essere sani e di buona resistenza alla compressione, privi di parti alterate, di dimensioni massime comprese tra 15 e 25 cm ma senza eccessivi divari fra le dimensioni massime e minime misurate nelle diverse dimensioni.

10.0. CIOTTOLI DA IMPIEGARE PER I SELCIATI

Dovranno essere sani, duri e durevoli, di forma ovoidale e le dimensioni limite verranno fissate dalla Direzione Lavori secondo l'impiego cui sono destinati.

11.0. PIETRA NATURALE

Le pietre da impiegare nelle murature e nei drenaggi, gabbionate, ecc., dovranno essere sostanzialmente compatte ed uniformi, sane e di buona resistenza a]la compressione, prive di parti alterate.
Dovranno avere forme regolari e dimensioni adatte al loro particolare impiego.
Le pietre grezze per murature frontali non dovranno presentare screpolature e peli, dovranno essere sgrossate col martello ed anche con la punta, in modo da togliere le scabrosità più sentite nelle facce viste e nei piani di contatto in modo da permettere lo stabile assestamento su letti orizzontali e in perfetto allineamento.

12.0. PIETRE DA TAGLIO

Proverranno dalle cave che saranno accettate dalla Direzione dei Lavori. Esse dovranno essere sostanzialmente uniformi e compatte, sane e tenaci, senza parti alterate, vene, peli od altri difetti, senza immasticature o tasselli. Esse dovranno corrispondere ai requisiti d'accettazione stabiliti nel Regio Decreto n. 2232 del 16 novembre 1939, “Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione”. Le forme, le dimensioni, il tipo di lavorazione dei pezzi, verranno di volta in volta indicati dalla Direzione dei Lavori.

13.0. MATERIALI LATERIZI

Dovranno corrispondere ai requisiti di accettazione stabiliti con R.D. 16 novembre 1939, n. 2233 “Norme per l'accettazione dei materiali laterizi” ed altre Norme UNI: 1607; 5628-65; 5629-65; 5630-65; 5631-65; 5632-65; 5633-65.
I materiali dovranno essere ben cotti, di forma regolare, con spigoli ben profilati e dritti; alla frattura dovranno presentare struttura fine ed uniforme e dovranno essere senza calcinaroli e impurità.
I forati e le tegole dovranno risultare di pasta fine ed omogenea, senza impurità, ben cotti, privi di nodi, di bolle, senza ghiaietto o calcinaroli, sonori alla percussione.

14.0. MANUFATTI DI CEMENTO

I manufatti di cemento di qualsiasi tipo dovranno essere fabbricati a regola d'arte, con dimensioni uniformi, dosature e spessore corrispondenti alle prescrizioni e ai tipi; saranno ben stagionati, di perfetto impasto e lavorazione, sonori alla percussione senza screpolature e muniti delle eventuali opportune sagomature alle due estremità per consentire una sicura connessione.

15.0. LEGANTI IDRAULICI

Generalità
I materiali in argomento dovranno avere le caratteristiche ed i requisiti prescritti dalla Legge 26 maggio 1965, n. 595 e dai D.M. 3 giugno 1968 e 31 agosto 1972 aventi rispettivamente per oggetto: "Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici", "Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi", "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomeranti cementizi e delle calci idrauliche". Si richiamano le norme UNI ENV 197/1.

Resistenze meccaniche e tempi di presa
I cementi precedentemente elencati, saggiati su malta normale secondo le prescrizioni e le modalità indicate all'articolo 10 del D.M. 3 giugno 1968, dovranno avere le caratteristiche ed i limiti minimi di resistenza meccanica parzialmente riportati nella tabella accanto:

Tipo di cemento		Resistenze (N/mm2)	
		A Flessione	A Compressione
A B C	Normale	6	32,5
	Ad alta resistenza	7	42,5
	Ad alta resistenza a rapido indurimento	8	52,5
	Alluminio	8	52,5
	Per sbarramenti di ritenuta	--	22,5

Modalità di fornitura, e conservazione
La fornitura dei leganti idraulici dovrà avvenire in sacchi sigillati, ovvero in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola od ancora alla rinfusa. Dovranno comunque essere chiaramente indicati, a mezzo stampa nei primi due casi e con documenti di accompagnamento nell'ultimo, il peso e le qualità del legante, lo stabilimento produttore, la quantità di acqua per malta normale e le resistenze minime a trazione e compressione dopo 28 giorni di stagionatura dei provini. L'introduzione in cantiere di ogni partita di cemento sfuso dovrà risultare dal giornale dei lavori e dal registro dei getti. La conservazione dovrà essere effettuata in locali asciutti, approntati a cura dell'Appaltatore, e su tavolati in legname; più idoneamente lo stoccaggio sarà effettuato in adeguati "silos".

16.0. MATERIALI FERROSI

Generalità
I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti di scorie, soffiature, saldature, paglia e da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, profilatura, fucinature e simili.
Essi inoltre dovranno soddisfare tutte le condizioni generali previste dal D.M. 28 febbraio 1908, modificato con R.D. 15 luglio 1925.

Designazione, definizione e classificazione
Si farà riferimento alle seguenti norme di unificazione:
- UNI EN - 10020 Definizione e classificazione dei tipi di acciaio
- UNI EU - 27 Designazione convenzionale degli acciai
- UNI 7856 Ghise gregge. Definizioni e classificazioni.
- ISO 1083 Ghisa a grafite sferoidale. Classificazione.

Come acciai si definiranno i materiali ferrosi contenenti meno dell'1,9% di carbonio, limite che li separerà dalle ghise definite dalla UNI 7856 sopra richiamata.

Qualità, prescrizioni e prove
Per i materiali ferrosi, ferma restando l'applicazione del D.P. 15 luglio 1925 in precedenza richiamato, saranno rispettate le norme di unificazione contenute negli argomenti e nei sub-argomenti di cui alla classifica UNI.

1)Acciai per cemento armato
Dovranno rispondere alle prescrizioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018 (e successive modifiche ed integrazioni) riportate le "Norme tecniche per le Costruzioni" NTC 2018.
Gli acciai dovranno essere esenti da difetti tali da pregiudicarne l'impiego, quali incisioni, ossidazioni, corrosioni, lesioni, untuosità ed in genere ricopertura da sostanze che possano ridurne sensibilmente l'aderenza al conglomerato. Essi inoltre dovranno essere controllati in stabilimento.
Le relative forniture debbono essere accompagnate da un certificato di Laboratorio Ufficiale riferentesi al tipo di armatura di cui trattasi nonché dotate di marchiatura da cui risulti il riferimento allo stabilimento produttore, al tipo di acciaio ed alla sua eventuale saldabilità. La data del certificato deve essere non inferiore a tre mesi a quella di spedizione, salvo quanto previsto al punto 2.2.8.2. del D.M. citato.
I controlli in cantiere sono obbligatori. Essi saranno riferiti agli stessi gruppi di diametri di cui al punto 2.2.8.2 (1) ed effettuati con il prelevamento di tre spezzoni marchiati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun gruppo di ogni partita di comune provenienza. Le prove, da eseguirsi presso un Laboratorio Ufficiale, accerteranno la resistenza e la duttibilità del materiale. Eventuali risultati anomali, saranno dal Direttore dei Lavori comunicati sia al Laboratorio Ufficiale incaricato in stabilimento, sia al Servizio Tecnico Centrale del Ministero dei LL.PP.

2) Acciaio per barre tonde lisce e ad aderenza migliorata
Per le condizioni tecniche generali di fornitura si applica la norma UNI EU 21 (parzialmente sostituita da UNI EN 10204). Il prelievo dai campioni ed i metodi di prova saranno effettuati secondo la UNI 6407 salvo quanto stabilito al punto 2.2.8.2., Parte 1a, del Decreto citato. Per l'accertamento delle proprietà meccaniche vale quanto indicato alle EN 10002/1a (1990), UNI 564 ed UNI 6407, salvo indicazioni contrarie o complementari.
L'acciaio per barre tonde lisce dovrà possedere le proprietà indicate nella seguente tabella:

Caratteristiche meccaniche	Designazione del tipo di acciaio	
	Fe B 22k	Fe B 32k

		=215	=315
Tensione caratteristica di snervamento fyk	N/mm^2	=335	=490
Tensione caratteristica di rottura ftk	N/mm^2	=24	=23
Allungamento A5	%	2d	3d
Piegamento a 180° su mandrino con diametro D			

L'acciaio ad aderenza migliorata, caratterizzato dal diametro della barra tonda equipesante, dovrà possedere le caratteristiche parzialmente indicate nella seguente tabella:

Caratteristiche meccaniche		Designazione del tipo di acciaio	
		Fe B 38k	Fe B 44k
Tensione caratteristica di snervamento ftk	N/mm^2	=375	=430
Tensione caratteristica di rottura ftk	N/mm^2	=450	=540
Allungamento A5	%	=14	=12

Le barre inoltre dovranno superare con esito positivo prove di aderenza (secondo il metodo "Beam test") da eseguire presso un laboratorio ufficiale con le modalità specificate dalla norma CNR - uni 10020-71

3) Acciaio in fili lisci o nervati
I fili lisci o nervati di acciaio trafilato di diametro compreso fra 5 e 12 mm, dovranno corrispondere, per l'impiego nel cemento armato, alle proprietà indicate nelle "Norme tecniche NTC 2018".

4) Reti di acciaio elettrosaldate
Dovranno avere fili elementari compresi fra 5 e 12 mm e rispondere altresì alle caratteristiche riportate nelle "Norme tecniche NTC 2018".

5) Acciai per strutture metalliche - Profilati, barre e larghi piatti di uso generale - Lamiere di acciaio Vd. sezione 12 - strutture in acciaio

6) Lamiere Zincate

Generalità
Fornite in fogli, rotoli od in profilati vari per lavorazione dopo zincatura, le lamiere zincate avranno come base acciaio non legato, di norma laminato a freddo. Qualità e tolleranze saranno conformi alla UNI EN 10142 con la prescrizione che la base, in rapporto agli impieghi, sarà conforme ad uno dei tipi di cui al prospettato I della norma citata .
Per gli impieghi strutturali, la lamiera di base sarà conforme ad uno dei tipi di cui al prospetto I della UNI EN 10147.
La zincatura dovrà essere effettuata per immersione a caldo nello zinco fuso; questo sarà di prima fusione, almeno di titolo ZN A 99 UNI 2013.
Con riguardo al procedimento di zincatura questo potrà essere di tipo normale a bagno continuo o discontinuo (più idoneamente indicato quest'ultimo per manufatti lavorati pre-zincatura e per i quali si rimanda alla norma UNI 5744), o continuo Sendzimir.

7) Lamiere zincate con bagno continuo o discontinuo a caldo
Avranno strato di zincatura conforme ai tipi indicati nel prospetto che segue con la prescrizione che in nessun caso, la fornitura potrà provvedere manufatti con grado di zincatura inferiore a Z 275.

Tipo	Massa complessiva di zinco sulle due superfici (g/m 2)							
di rivestimento	Z100	Z140	Z200	Z225	Z275	Z350	Z450	Z600

10) Lamiere zincate con procedimento continuo Sendzimir
Salvo diversa prescrizione, per tutti i manufatti previsti in lamiera zincata quali coperture, rivestimenti, infissi, serrande, gronde, converse, serbatoi di acqua, ecc., dovrà essere impiegata lamiera zincata trattata secondo i procedimento di zincatura continua Sendzimir, consentendo tale procedimento, che prevede tra l'altro la preventiva normalizzazione dell'acciaio ed un'accurata preparazione delle superfici, di ottenere una perfetta

aderenza dello zinco all'acciaio base e la formazione di uno strato di lega ferro-zinco molto sottile ed uniforme. Nelle zincature effettuate con sistema Sendzimir i rivestimenti nominali di protezione corrente ottenuti con azione a rulli zincatori od a lama d'aria (jet proces) e definiti dal consumo di zinco per unità di superficie, dovranno risultare conformi a quanto riportato nella seguente tabella:

Rivestimento (1)				
Extra leggero g/mq	Leggero g/mq	Normale g/mq	Medio pesante g/mq	Pesante g/mq
152 e 229	305	381	458	610
100 e 150	200	275	350	450
(1) I valori riportati tra parentesi corrispondono alla nuova designazione del peso del rivestimento dei laminati zincati in corso di adozione su scala internazionale. Tale metodo fa riferimento non più al peso di zinco consumato nel processo di zincatura, ma alla massa minima di zinco depositata sulle superfici zincate				

La zincatura pesante sarà tassativamente prescritta per lamiere destinate alla costruzione di serbatoi d'acqua o da impiegarsi in ambienti aggressivi.
Non sarà ammessa però, in ogni caso, la fornitura di lamiere con strato di zincatura inferiore al "normale".

11) Lamiere zincate preverniciate
Saranno ottenute con procedimento industriale di verniciatura continua, previa fosfatizzazione a caldo ed essicazione in forno a temperature rapportate al processo polimerizzazione. Tra le finiture più adottate sono da annoverare quelle a base di resine alchidiche - ammidiche, acriliche termoplastiche e termoindurenti, epossimelamminiche o ureiche, epossiacriliche e vniliche, poliestere siliconate.
Qualunque sia comunque il prodotto verniciante, lo spessore reso dello stesso dovrà risultare, per la faccia esposta, non inferiore a 30 micron, mentre per l'altra faccia dovrà essere non inferiore a 10 micron, qualora per la faccia non esposta non fosse richiesta la verniciatura, questa sarà quanto meno trattata con una mano di fondo (primer).
I controlli di qualità accerteranno il grado di polimerizzazione, lo spessore e la durezza del rivestimento, la resistenza all'abrasione, al distacco ed il grado di brillantezza. Per le proprietà più indicative si riporta di seguito, in tabella comparativa, una sintesi dei diversi tipi di rivestimento:

Tipo di rivestimento	Flessibilità	Resistenza chimica	Durezza film	Adesione	Resistenza al calore	Durata in esterno
Vinilico	E	E	B	E	S	E
Alchidico	D	S	B	B	D	O
Plastisol e organosol	E	E	D	E	S	E
Epossidico	E	E	E	E	D	S
Fenolico	S	E	B	E	B	S
Vinilalchidico	O	B	B	B	S	O
Acrilico	B	B	B	E	B	O
Fluoruro di Polivinile	E	E	B	B	E	E
Poliesteri	B	D	E	B	E	B
Alchidico siliconico	D	B	B	B	E	E
Acrilico siliconico	E	B	B	B	B	E
E= eccellente; O= ottima; B= buona; D= discreta; S= scarsa. Per i rivestimenti vinilico e palstisol, la resistenza chimica è classificata con eccezione ai solventi.						

12) Lamiere zincate plastificate
Salvo diversa prescrizione, saranno costituite da lamiera Fe KP GZ 275 UNI 575375 zincata Sendezimir e rivestita con foglie di cloruro di polivinile plastificato UNI 557565 o di fluoruro di polivinile (PVF). Saranno impiegate foglie lisce o goffrate, bianche o colorate di spessore apparente non inferiore a 0,15 mm Il film protettivo potrà anche essere costituito da pellicola di Tedlar.

13) Acciaio inossidabile
Caratterizzato da un contenuto di cromo superiore al 12%, dovrà presentare elevata resistenza alla ossidazione ed alla corrosione e rispondere alle prescrizioni di cui alla seguente norma di unificazione: UNI 6900-71 - Acciai legati speciali inossidabili resistenti alla corrosione ed al calore.
Oltre alla classificazione Uni verrà abitualmente usata anche la classificazione AISI (American Iron and Steel

Institute) per la quale si riporta di seguito una tabella di approssimativa corrispondenza:

NOMENCLATURA AISI		NOMENCLATURA UNI	GRUPPO UNI
Serie 300	301	x 12 CrNi 17 07	austenitico
	302	x 10 CrNi 18 09	austenitico
	304	x 5 CrNi 18 10	austenitico
	316	x 5 CrNiMO 17 12	austenitico
Serie 400		x 12 CrNi 17	ferritico

Per la designazione si farà riferimento alla UNI EU 27, specificando che trattasi di acciai designati per composizione chimica dove X sta per "acciaio legato", il primo numero indica la percentuale di carnonio moltiplicata per 100, ed i numeri finali i tenori degli elementi di lega in %.

17.0. TUBAZIONI

Le tubazioni previste dovranno corrispondere alle prescrizioni date dalle Norme Tecniche della Legge 64/74, approvate con Decreto Ministero Lavori Pubblici il 12.12.1985.

1) Tubi di grès ceramico.
I tubi di grès ceramico per fognature dovranno essere conformi alle norme UNI 9180.

2) Tubi turbocentrifugati di cemento armato.
I tubi di cemento armato dovranno essere conformi alle norme DIN 4032, DIN 4035 e ASTM C497; dovranno essere trattati con rivestimento interno anticorrosivo a base di resine sintetiche.

3) Tubi di acciaio.
I tubi di acciaio dovranno essere conformi alle norme UNI 6363 - 68, per tubazioni realizzate senza saldatura ed alle norme UNI 7091 - 72, per tubazioni realizzate con saldature.

4) Tubi in polietilene
I tubi in polietilene dovranno essere del tipo ad alta densità per acquedotti, conformi alle norme DIN 8074/8075, UNI 7611, UNI 7613, UNI 7614, ed alle prescrizioni igienico-sanitarie del Ministero della Sanità circolare nr. 102 del 2.12.1978.

18.0. MATERIALI PER IMPERMEABILIZZAZIONE

1) Guaine di gomma sintetica
Prodotte per vulcanizzazione di copolimeri butadiene-stirene o isobutilene-isoprene od ancora di polimeri cloroprenici con eventuale aggiunta di additivi peptizzanti, plastificanti, antiossidanti, coloranti ed ignifuganti, dovranno essere resistenti al bitume, alle calci ed ai cementi, ai raggi ultravioletti, all'ozono, agli agenti metereologici, alle atmosfere aggressive, alle scintille ed al calore irradiato, alla lacerazione, nonché impermeabili, flessibili ed elastiche.
Gli spessori commerciali delle guaine saranno in generale di 0,75 - 1 - 1,5 - 2 mm

2) Guaine di pvc plastificato
Avranno diversa formulazione in rapporto ai diversi campi di impiego e comunque caratteristiche generati rispondenti alle norme UNI 5575 e 5576. Avranno inoltre resistenza a trazione non inferiore a 150 kgf/cm^2, allungamento a rottura non inferiore al 200%, durezza Shore A non inferiore a 75 e resistenza alla temperatura esterna al campo - 20/+ 70°C.
Nell'impiego sulle coperture le guaine dovranno avere spessore non inferiore a 0,8 mm se usate come barriera al vapore ed a 1,2 mm se destinate allo strato impermeabilizzante.

19.0. ADESIVI – SIGILLANTI – IDROFUGHI – IDROREPELLENTI - ADDITIVI

1) Adesivi
Saranno costituiti da resine o da prodotti diversi, di resistenza adeguata (mediamente nel rapporto 3:1) agli sforzi cui potranno essere interessati i materiali aderenti (trazione, taglio, spaccatura, spellatura) e presenteranno assoluta compatibilità con gli stessi ed alto grado di bagnabilità relativa (wetting).
Ad applicazione avvenuta gli adesivi saranno inoltre insolubili in acqua, chimicamente inerti, stabili agli sbalzi

di temperatura, ininfiammabili ed atossici. Gli eventuali additivi (catalizzatori, stabilizzanti, solventi, plastificanti cariche) dovranno essere compatibili con le resine di base senza compromettere i risultati finali dell'adesivo.

2) Sigillanti
Composti atti a garantire il riempimento di interspazi e la ermeticità dei giunti mediante forze di adesione, potranno essere di tipo preformato o non preformato, questi ultimi a media consistenza (mastici) od alta consistenza (stucchi).
Nel tipo preformato i sigillanti saranno in genere costituiti da nastri, strisce e cordoni non vulcanizzati o parzialmente vulcanizzati. Nel tipo non preformato a media consistenza saranno in genere costituiti da prodotti non vulcanizzati di tipo liquido (autolivellanti) o pastoso (a diverso grado di consistenza o tixotropici), ad uno o più componenti.
In rapporto alle prestazioni poi, potranno essere distinti in sigillanti ad alto recupero elastico (elastomerici) e sigillanti a basso recupero (elastoplastici e plastici). Caratteristiche comuni saranno comunque la facilità e possibilità d'impiego entro un ampio arco di temperature (mediamente: + 5/ + 40°C), la perfetta adesività, la resistenza all'acqua, all'ossigeno ed agli sbalzi di temperatura, la resistenza all'invecchiamento e, per i giunti mobili, anche ai fenomeni di fatica. Per i metodi di prova si farà in genere riferimento alle norme A.S.T.M. Prove diverse ed ulteriori potranno comunque venire richieste dalla Direzione in rapporto a particolari requisiti e specifiche di accettazione connesse alle condizioni d'impiego.

3) Idrofughi
Qualunque sia la composizione chimica (fluati, soluzioni saponose, ecc.) dovranno conferire alle malte cui verranno addizionati efficace e duratura idrorepellenza senza peraltro alterare negativamente le qualità fisico-meccaniche delle stesse. Dovranno altresì lasciare inalterati i colori nonché, per intonachi cementizi a contatto con acque potabili, non alterare in alcun modo i requisiti di potabilità.
Gli idrofughi saranno approvvigionati in confezioni sigillate con l'indicazione del tipo, dei modi d'impiego e della Ditta produttrice.

4) Idrorepellenti
Costituiti in linea generale da resine siliconiche in soluzione acquosa od in solvente, dovranno essere compatibili con i materiali sui quali verranno applicati, dei quali non dovranno in alcun modo alterare le proprietà, né l'aspetto od il colore. Tali prodotti saranno perciò perfettamente trasparenti, inalterabili agli agenti meteorologici, alle atmosfere aggressive, agli sbalzi di temperatura e dovranno conservare la porosità e la trasparibilità delle strutture. Prove di idrorepellenza, effettuate su campioni di materiale trattato e sottoposti per non meno di 5 ore a getti di acqua continuati, dovranno dare percentuali di assorbimento assolutamente nulle.
Gli idrorepellenti saranno approvvigionati come al precedente punto C. Le qualità richieste dovranno essere idoneamente certificate e garantite per un periodo di durata non inferiore a 5 anni.

5) Additivi
Gli additivi per calcestruzzi e malte, a qualunque tipo appartengano (fluidificanti, aeranti, acceleranti, antigelo, ad azione combinata), dovranno essere conformi alla specifica normativa UNI, da 7102 a 7109 , nonché a quanto prescritto al punto 5., all. 1, del D.M. 25 luglio 1985.
Gli additivi dovranno migliorare e potenziare le caratteristiche del calcestruzzo o della malta (lavorabilità, resistenza, impermeabilità, uniformità, adesione, durabilità) e dovranno essere impiegati secondo le precise prescrizioni del produttore che dimostrerà, con prove di Laboratorio Ufficiale, la conformità del prodotto ai requisiti richiesti ed alle disposizioni vigenti.
Gli additivi a base di aggregati metallici ferrosi catalizzati, per malte e calcestruzzi esenti da ritiro od a espansione controllata, dovranno essere esenti da prodotti chimici generatori di gas, nonché da olii, grassi e particelle metalliche non ferrose; l'aggregato metallico base sarà permeabile all'acqua e non conterrà più dello 0,75% di materiale solubile in acqua.

20.0. PRODOTTI DI MATERIE PLASTICHE

1) Prodotti termoplastici dl polietilene (PE)
Potranno essere del tipo a bassa densità o del tipo ad alta densità. In entrambi i casi saranno prodotti con polietilene puro stabilizzato con nero fumo (Carbon Black) in proporzioni del 2 ÷ 3% sulla massa (per resistenza all'invecchiamento da raggi U.V.). Per la classificazione ed i metodi di prova si farà riferimento alla normativa UNI ISO 1872/ 1 e 2.

2) Tubi
I tubi del 1° tipo (PE b.d.) presenteranno massa volumica di 0,92 ÷ 0,93 kg/dm3, resistenza a trazione minima di 100 kgf/cm^2, allungamento a rottura minimo del 300%, resistenza alla temperatura da/a - 50/ + 60øC,

assoluta atossicità ed infrangibilità. Gli spessori dei tubi saranno rapportati a 4 valori normalizzati della pressione nominale di esercizio (PN 2,5 4 - 6 - 10 kgf/cm^2) riferita alla temperatura di 20°C. Per tali spessori, unitamente alle altre caratteristiche, si farà riferimento alla normativa UNI 7990 ed UNI 7991.
I tubi del 2° tipo (PE a.d.) presenteranno, a differenza, i seguenti requisiti: massa volumica di 0,94 ÷ 0,96 kg/dm^3, resistenza a trazione minima di 150 kgf/cm^2, allungamento a rottura minimo del 500%, temperatura di rammollimento minima di 124°C (Vicat). Per i diametri, gli spessori, i requisiti particolari ed i metodi di prova si farà riferimento alle seguenti norme di unificazione:

UNI 7611 Tubi di PE ad alta densità per condotte di fluidi in pressione.
UNI 7612 Raccordi di PE ad alta densità per condotte di fluidi in pressione.
UNI 7613 Tubi di PE ad alta densità per condotte di scarico interrate.
UNI 7615 Tubi di PE ad alta densità. Metodi di prova.

Per la fornitura i tubi, ove non diversamente specificato, dovranno essere esclusivamente del 2° tipo.

3) Prodotti plastici metacrilici
Caratterizzati da infrangibilità, leggerezza, ed elevatissima resistenza agli agenti atmosferici, dovranno rispondere alle prescrizioni di cui alle seguenti norme di unificazione:

UNI 7067 Materie plastiche metacriliche per stampaggio ed estrusione. Tipi, requisiti e metodi di prova.
UNI 7074 Lastre di polimetilmetacrilato Tipi, dimensioni e caratteristiche.

Le lastre potranno essere di tipo I (colorate in forma e successivamente polimerizzate in blocco) e di tipo II (prepolimerizzate e termoestruse).
In ogni caso saranno assolutamente prive di difetti superficiali e di forma.
I lucernari, sia a cupola (a semplice od a doppia parete anticondensa) che continui, saranno fabbricati con lastre di polimetilmetacrilato delle migliori qualità (plexiglass, perspex, ecc.).

21.0. LEGNAMI

Da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno soddisfare a tutte le prescrizioni ed avere i requisiti delle precise categorie di volta in volta prescritte e non dovranno presentare difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati.
I legnami rotondi o pali dovranno provenire da vero tronco e non dai rami, saranno diritti in modo che la congiungente i centri delle due basi non esca in alcun punto dal palo.
Dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e conguagliati alla superficie; la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare il quarto del maggiore dei due diametri.
I legnami, grossolanamente squadrati ed a spigolo smussato, dovranno avere tutte le facce spianate, tollerandosi in corrispondenza ad ogni spigolo l'alburno e lo smusso in misura non maggiore di 1/5 della minore dimensione trasversale dell'elemento.
I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadrati a sega e dovranno avere tutte le facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno né smussi di sorta.
I legnami in genere dovranno corrispondere ai requisiti di cui al D.M. 30 ottobre 1912.

22.0. BITUMI - EMULSIONI BITUMINOSE

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti “Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali - Caratteristiche per l'accettazione”, Ed. maggio 1978; “Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali”, Fascicolo n. 3, Ed. 1958; “Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali (Campionatura dei bitumi)”, Ed. 1980.

23.0. BITUMI LIQUIDI O FLUSSATI

Dovranno corrispondere ai requisiti di cui alle “Norme per I' accettazione dei bitumi liquidi per usi stradali”, Fascicolo n. 7 - Ed. 1957 del C.N.R.

24.0. POLVERI DI ROCCIA ASFALTICA

Le polveri di roccia asfaltica non devono contenere mai meno del 7% di bitume; possono essere ottenute miscelando i prodotti della macinazione di rocce con non meno del 6% e non più del 10% di bitume; possono

anche essere trattate con olii minerali in quantità non superiori all' 1%.
Ai fini applicativi le polveri vengono distinte in tre categorie (I, II, III).
Le polveri della I categoria servono per la preparazione a freddo di tappeti composti di polvere asfaltica, pietrischetto ed olio; le polveri della II categoria servono per i conglomerati, gli asfalti colati e le mattonelle; le polveri della III categoria servono come additivi nei conglomerati e per aggiunte ai bitumi ed ai catrami.
Le polveri di I e II categoria devono avere finezza tale da passare per almeno il 95% dal setaccio 2, U.N.I. - 2332. Le polveri della III categoria devono avere la finezza prescritta per gli additivi stradali (norme C.N.R.).
Le percentuali e le caratteristiche dei bitumi estratti dalle polveri devono corrispondere ai valori indicati dalle tabelle riportate dalle Norme del C.N.R. Ed. 1956.

25.0. OLII ASFALTACI

Gli olii asfaltici impiegati nei trattamenti superficiali con polveri asfaltiche a freddo vanno distinti a seconda della provenienza della polvere, abruzzese o siciliana, con la quale si devono impiegare e della stagione, estiva od invernale, in cui i lavori si devono eseguire.
Per la stagione invernale si dovranno impiegare olii tipo A, e per quella estiva olii tipo B. Tutti questi olii devono contenere al massimo lo 0,50% di acqua, ed al massimo il 4% di fenoli; le altre caratteristiche, poi, devono essere le seguenti:

1) olii di tipo A (invernale) per polveri abruzzesi: viscosità Engler a25°C da 3 a 6; distillato sino a 230°C al massimo il 15%; residuo a 330°C almeno il 25%; punto di rammollimento alla palla e anello 30 ÷45°C;
2) olii di tipo A (invernale) per polveri siciliane: viscosità Engier a 50°C al massimo 10; distillato sino a 230°C al massimo il 10%; residuo a 330°C almeno il 45%; punto di rammollimento alla palla e anello 55 ÷ 70°C;
3) olii di tipo B (estivo) per polveri abruzzesi: viscosità Engier a 25°C da 4 a 8; distillato sino a 230°C al massimo l'8%; residuo a 330°C almeno il 30%; punto di rammollimento alla palla e anello 35 ÷50°C;
4) olii di tipo B (estivo) per polveri siciliane: viscosità Engler a 50°C al massimo 15%; distillato sino a 230°C al massimo il 5%; residuo a 330°C almeno il 50%; punto di rammollimento alla palla e anello 55÷70°C.
Per gli stessi impieghi si possono usare anche olii derivanti da catrame e da grezzi di petrolio, o da opportune miscele di catrame e petrolio, purché di caratteristiche analoghe a quelle sopra riportate.
In caso di necessità gli olii possono venire riscaldati ad una temperatura non superiore a 60°C.

26.0. MATERIALI PER OPERE IN VERDE

1) Terra: la materia da usarsi per il rivestimento delle scarpate di rilevato, per la formazione delle banchine laterali, dovrà essere terreno agrario, vegetale, proveniente da scortico di aree a destinazione agraria da prelevarsi fino alla profondità massima di m. 1,00. Dovrà essere a reazione neutra, sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto e comunque adatto a ricevere una coltura erbacea o arbustiva permanente; esso dovrà risultare privo di ciottoli, detriti, radici ed erbe infestanti.
2) Concimi: 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.
3) Materiale vivaistico: il materiale vivaistico potrà provenire da qualsiasi vivaio, sia di proprietà dell'Appaltatore, sia da altri vivaisti, purché l'Appaltatore stesso dichiari la provenienza e questa venga accettata dalla Direzione Lavori, previa visita ai vivai di provenienza. Le piantine e talee dovranno essere comunque immuni da qualsiasi malattia parassitaria.
4) Semi: per il seme l'Appaltatore è libero di approvvigionarsi dalle ditte specializzate di sua fiducia; dovrà però dichiarare il valore effettivo o titolo della semenza, oppure separatamente il grado di purezza ed il valore germativo di essa. Qualora il valore reale del seme fosse di grado inferiore a quello riportato dalle tavole della Marchettano, l'Appaltatore sarà tenuto ad aumentare proporzionalmente le quantità di semi da impiegare per unità di superficie.
La 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'appaltatore dovrà sostituirle con altre che rispondano ai requisiti voluti.
Per il prelievo dei campioni di controllo, valgono le norme citate in premessa nel presente articolo.

5) Zolle: queste dovranno provenire dallo scoticamento di vecchio prato polifita stabile asciutto, con assoluta esclusione del prato irriguo e del prato marcitoio. Prima del trasporto a piè d'opera delle zolle, l'Appaltatore dovrà comunicare alla Direzione Lavori i luoghi di provenienza delle zolle stesse e ottenere il preventivo benestare all'impiego. La composizione floristica della zolla dovrà risultare da un insieme giustamente equilibrato di specie leguminose e graminacee; sarà tollerata la presenza di specie non foraggere ed in particolare della Achillea millefolium, della Plantago sp.pl., della Salvia pratensis, della Bellis perennis, del

Ranunculus sp.pl., mentre dovranno in ogni caso essere escluse le zolle con la presenza di erbe particolarmente infestanti fra cui Rumex sp.pl., Artemisia sp.pl., Catex sp.pl. e tutte le Umbrellifere.
La zolla dovrà presentarsi completamente rivestita dalla popolazione vegetale e non dovrà presentare soluzioni di continuità. Lo spessore della stessa dovrà essere tale da poter raccogliere la maggior parte dell'intrico di radici delle erbe che la costituiscono e poter trattenere tutta la terra vegetale e comunque non inferiore a cm 8; a tal fine non saranno ammesse zolle ricavate da prati cresciuti su terreni sabbiosi o comunque sciolti, ma dovranno derivare da prati coltivati su terreno di medio impasto o di impasto pesante, con esclusione dei terreni argillosi.

27.0. TELI DI “GEOTESSILE”

Il telo “geotessile” posato sulla superficie dello scotico superficiale avrà le seguenti caratteristiche:
- composizione: sarà costituito da polipropilene o poliestere senza l'impiego di collanti e potrà essere realizzato con le seguenti caratteristiche costruttive:
1) con fibre a filo continuo;
2) con fibre intrecciate con il sistema della tessitura industriale a "trama ed ordito";
3) con fibre di adeguata lunghezza intrecciate mediante agugliatura meccanica.
Il telo “geotessile” dovrà altresì avere le seguenti caratteristiche fisico-meccaniche:
- allungamento alla rottura non inferiore al 55%;
- coefficiente di permeabilità: da 5,3 a 10 ml/sec;
- peso 200 grammi/mq;
- spessore sotto pressione di 2kPa: 1,9 mm;
- resistenza > 300 N/5 cm.
- coefficiente di permeabilità: per filtrazioni trasversali, compreso fra 10-3 e 10-1 cm/sec (tali valori saranno misurati per condizioni di sollecitazione analoghe a quelle in sito);
- resistenza a trazione: misurata su striscia di 5 cm di larghezza non inferiore a 600 N/5cm (1), con allungamento a rottura compreso fra il 10% e l'85%. Qualora nei tratti in trincea il telo debba assolvere anche funzione di supporto per i sovrastanti strati della pavimentazione, la DIREZIONE LAVORI potrà richiedere che la resistenza a trazione del telo impiegato sia non inferiore a 1200 N/5cm o a 1500 N/5cm, fermi restando gli altri requisiti.
Per la determinazione del peso e dello spessore del “geotessile” occorre effettuare le prove di laboratorio secondo le Norme C.N.R. pubblicate sul B.U. n. 110 del 23.12.1985 e sul B.U. n. 111 del 24.12.1985.
Prova condotta su strisce di larghezza 5 cm e lunghezza nominale di 20 cm con velocità di deformazione costante e pari a 2 mm/sec; dal campione saranno prelevati 3 gruppi di 5 strisce cadauno secondo le tre direzioni: longitudinale, trasversale e diagonale; per ciascun gruppo si scarteranno i valori minimo e massimo misurati e la media sui restanti 3 valori dovrà risultare maggiore del valore richiesto.

- PROVE DEI MATERIALI -

1.0. CERTIFICATO DI QUALITÀ

L'Appaltatore, per poter essere autorizzato ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, conglomerati bituminosi, conglomerati cementizi, barriere di sicurezza, terre, cementi, calci idrauliche, acciai, ecc...) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire, prima dell'impiego, al Direttore dei Lavori, per ogni categoria di lavoro, i relativi “Certificati di qualità” rilasciati da un Laboratorio ufficiale.
Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza e alla individuazione dei singoli materiali o loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o di fornitura in un rapporto a dosaggi e composizioni proposte.
I certificati che dovranno essere esibiti tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti anche se gestiti da terzi, avranno una validità biennale. I certificati dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

2.0. ACCERTAMENTI PREVENTIVI

Prima dell'inizio dei lavori comportanti l'impiego di materiali in quantità superiori a:

700 m^3 per i materiali lapidei e conglomerati bituminosi,
300 m^3 per i conglomerati cementizi,

50 t per i cementi e le calci,
2.500 m per le barriere,

il Direttore dei Lavori, presa visione dei certificati di qualità presentati dall'Appaltatore, disporrà, se necessario (e a suo insindacabile giudizio) ulteriori prove di controllo di laboratorio a spese dell'Appaltatore.
Se i risultati di tali accertamenti fossero difformi rispetto a quelli dei certificati, si darà luogo alle necessarie variazioni qualitative e quantitative dei singoli componenti, ed all'emissione di un nuovo certificato di qualità.
Per tutti i ritardi nell'inizio dei lavori derivanti dalle difformità sopra accennate e che comportino una protrazione del tempo utile contrattuale sarà applicata la penale prevista nell'Art. “Tempo utile per dare compiuti i lavori - penalità in caso di ritardo” delle Norme Generali.

3.0. PROVE DI CONTROLLO IN FASE ESECUTIVA

L'Appaltatore sarà obbligato a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, che saranno richiesti dalla Direzione Lavori e dalla Commissione di collaudo.
In particolare, tutte le prove ed analisi dei materiali saranno eseguite, presso un laboratorio ufficiale. I campioni verranno prelevati in contraddittorio.
Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente Ufficio Compartimentale previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.
I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

- MOVIMENTI DI TERRA -

1.0. GENERALITA’ E DEFINIZIONI

Il corpo stradale, al di fuori dei tratti occupati da opere d’arte maggiori si realizza attraverso movimenti di materie con l’apertura di trincee e la costruzione di rilevati.
Si distinguono, più in generale, nei movimenti di materie le seguenti lavorazioni:

- lo smacchiamento generale (taglio di alberi arbusti e cespugli, estirpazioni delle radici), lo scoticamento e la rimozione del terreno vegetale (o a rilevante contenuto di sostanza organica);
- gli scavi di sbancamento per l’apertura della sede stradale in trincea, per la predisposizione dei piani di appoggio dei rilevati e per le opere di pertinenza stradali;
- gli scavi a sezione ristretta per l’impianto di opere d’arte, gli scavi subacquei, le demolizioni, gli scavi in roccia;
- la formazione dei rilevati, compreso lo strato superiore su cui poggia la pavimentazione stradale (sottofondo);
- l’esecuzione di riempimenti o rinterri in genere;

Salvo casi speciali, dettati da particolarissime condizioni locali ed estesi a ridotte volumetrie, i movimenti di materie si eseguono con l’impiego di apparecchiature meccaniche specializzate per lo scavo, il trasporto, la stesa
ed il costipamento. Per la scomposizione di strati rocciosi o di manufatti di elevata compattezza e resistenza meccanica e per la loro riduzione in pezzature idonee al trasporto e/o al reimpiego dei materiali di risulta, può rendersi necessario l’uso di mine o di attrezzature meccaniche demolitrici.

In relazione alle esigenze di carattere ambientale e tenuto conto delle possibilità offerte dalle tecniche di trattamento delle terre, sono da impiegare fino ad esaurimento, i materiali estratti da scavi di ogni genere, per la formazione dei rilevati o per altre sistemazioni territoriali connesse all’infrastruttura, purché essi risultino idonei all’impiego previsto, o siano resi tali.

Nei casi di scavi in roccia lapidea, il materiale estratto deve essere utilizzato in ordine di graduatoria per la formazione di murature in pietrame, per l’apprestamento (attraverso frantumazione e vagliatura) di inerti per il confezionamento di calcestruzzi, per la produzione di materiale di riempimento di dreni; per la parte residua potrà essere destinato alla formazione di rilevati, eventualmente a seguito di idoneo trattamento.
I materiali provenienti dagli scavi non risultati idonei alla formazione dei rilevati, o alle altre categorie di lavoro previste, sono collocati in siti di deposito; di contro, quando i materiali idonei scavati fossero insufficienti per la

formazione dei rilevati, i volumi di terra integrativi sono prelevati da cave di prestito.

2.0. QUALIFICAZIONE DEI MATERIALI PER LA FORMAZIONE DEL CORPO STRADALE

Materiali sciolti naturali

I materiali sciolti naturali possono derivare dalla scomposizione di formazioni naturali di terreni o di rocce lapidee nelle zone in cui il progetto prevede lo sviluppo del solido stradale in trincea, ovvero dall'estrazione da cave di prestito. Possono essere destinati alla costruzione di corpi stradali in rilevato, a bonifiche, a riempimenti ecc. ovvero, se quantitativamente eccedenti rispetto alle necessità o qualitativamente non affidabili, al deposito in apposite discariche.

Essi sono qualificati e classificati secondo quanto riportato nella norma CNR-UNI 10006/63 "Costruzione e manutenzione delle strade - Tecnica di impiego delle terre", sintetizzata nella

Tabella 1.1

Classificazione Generale	Terre ghiaio-sabbiose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 ≤ 35%							Terre limo-argillose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 > 35%					Torbe e terre organiche palustri
Gruppo	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7		A8
Sottogruppo	A 1- a	A 1- b		A 2-4	A 2-5	A 2-6	A 2-7				A 7-5	A 7-6	
Analisi granulometrica Frazione passante allo Staccio													
2 UNI 2332 %	≤ 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0,4 UNI 2332 %	≤ 30	≤ 50	> 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0,075 UNI 2332 %	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,4 UNI 2332													
Limite liquido	-	- N.P.	≤ 40	> 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	> 40	
Indice di plasticità	≤ 6		≤ 10	≤ 10 max	≤ 10	> 10	> 10	≤ 10	≤ 10	> 10	> 10 (IP ≤ LL-30)	> 10 (IP > LL-30)	
Indice di gruppo	0		0	0		≤ 4		≤ 8	≤ 12	≤ 16	≤ 20		

Prima di impiegare i materiali provenienti dagli scavi o dalle cave di prestito, l'Appaltatore, per ogni zona di provenienza, deve procedere a qualificare le terre da impiegare attraverso una campagna di indagine corredata dei risultati di prove di laboratorio.

Nella formazione dei rilevati con materie provenienti dagli scavi debbono essere utilizzati nel piano particolareggiato delle lavorazioni, in ordine di priorità, i materiali sciolti dei gruppi A_1, A_{2-4}, A_{2-5}, A_3 e, quindi, A_{2-6} ed A_{2-7}. Per le terre appartenenti ai gruppi A_4, A_5, A_6 ed A_7 si deve valutare se adoperarle con le cautele appresso descritte, se prevederne un trattamento, ovvero se portarle a rifiuto.

Quando l'umidità delle terre scavate è tale da non consentire il costipamento necessario a raggiungere l'addensamento e la portanza richiesti dalle presenti norme tecniche, l'Appaltatore è tenuta a mettere in atto i provvedimenti correttivi per modificare in senso conveniente il contenuto d'acqua naturale e/o, a seconda dei casi, a migliorarle mediante stabilizzazione.

I materiali impiegati, qualunque sia il gruppo di appartenenza, devono essere del tutto esenti da sostanze organiche, vegetali e da elementi solubili o comunque instabili nel tempo.

Terre con contenuto di sostanza organica di origine vegetale minore del 5% possono essere utilizzate per strati di rilevato posti a più di 2 metri dal piano di posa della pavimentazione.

Nella redazione del progetto in ordine alle possibilità e modalità di impiego delle terre si considerano le seguenti proprietà dei diversi gruppi; queste determinano le scelte anche del piano particolareggiato delle lavorazioni di cui al paragrafo 1.3 che segue e le modalità di posa in opera.

Gruppo A_1 - Appartengono a questo gruppo i materiali rocciosi non evolutivi e le terre granulari, generalmente di più o meno grossa pezzatura, pressoché insensibili all'azione dell'acqua e del gelo, che sotto il profilo dei movimenti di terra possono dar luogo ad un ampio spettro di comportamenti, in relazione:

- al contenuto di fino (frazione minore di 0,075 mm);
- all'assortimento granulometrico;
- alla presenza di elementi di grossa pezzatura.

Nel prevederne l'impiego occorre considerare che le ghiaie e le sabbie alluvionali con poco fino (meno del 5%), permeabili e prive di coesione, dopo costipamento risultano tanto più soggette all'erosione dell'acqua meteorica quanto più l'assortimento granulometrico è mal graduato. Per evitare che possano prodursi danni, l'Appaltatore deve rigorosamente procedere al rivestimento con terra vegetale delle scarpate man mano che cresce l'altezza del rilevato; la semina per l'inerbimento, ugualmente, deve essere effettuata il più rapidamente possibile.
I detriti di falda, le rocce alterate, i depositi morenici ed anche le alluvioni eterogenee con un contenuto di fino compreso tra il 10 ed il 15% danno luogo a strati molto compatti e difficilmente erodibili; richiedono, tuttavia, un attento controllo dell'umidità di costipamento al fine di attingere valori elevati di portanza.
I materiali con elementi superiori a D=50mm e, in particolare, quelli provenienti da scavi in roccia (dura e tenace) richiedono cautele e particolari provvedimenti per quel che riguarda la stesa in strati di spessore regolare ed il costipamento.
I provvedimenti da adottarsi consistono nelle seguenti operazioni:

- scarto degli elementi di dimensioni maggiori di D=500 mm;
- correzione granulometrica (per frantumazione e/o aggiunta di pezzature in difetto).

Nella redazione del piano dei movimenti di terra, di norma si riservano le terre del sottogruppo A_{1-a}, specialmente se di granulometria ben assortita, ai manufatti in terra che richiedono più elevate proprietà meccaniche e/o agli strati di sottofondo.

Gruppo A_3 Le sabbie di questo gruppo, specialmente quando presentano una frazione ghiaiosa (> 2mm) modesta, si prestano male al costipamento ed alla circolazione dei mezzi di cantiere, per mancanza di coesione e di portanza. Di norma l'impiego senza particolari accorgimenti è limitato alla realizzazione di bonifiche dei piani di posa dei rilevati e di strati anticapillari; terre di questo gruppo possono essere impiegate nella formazione del corpo del rilevato se presentano un coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10}) non inferiore a 7.
Per le sabbie a granulometria uniforme deve prevedersi, invece, o un trattamento con cemento, o una correzione granulometrica, ovvero entrambi i provvedimenti.

Sottogruppi A_{2-4} e A_{2-5} – Le ghiaie e le sabbie limose a bassa plasticità di questi due sottogruppi sono convenientemente adoperate per la costruzione dei rilevati, peraltro senza difficoltà di esecuzione: la bassa plasticità (IP< 10) e la frazione fine non eccessiva (< 35%) permettono, infatti, di modificare facilmente il loro contenuto d'acqua.
Generalmente presentano bassa permeabilità e modesta risalita capillare: perciò non richiedono particolari provvedimenti per proteggere dal gelo lo strato di sottofondo (o sottofondazione) e la soprastante pavimentazione.
Tenuto conto della sensibilità all'umidità di costipamento e dei rapidi cambiamenti di consistenza della frazione fine al variare del contenuto d'acqua, i lavori vanno immediatamente sospesi quando l'umidità naturale superi significativamente quella ottimale di costipamento e quando le condizioni atmosferiche portino ad un incremento del contenuto d'acqua.
Per tali terre, pertanto, l'Appaltatore è tenuta ad adottare programmi operativi che permettano di contenere i periodi di sospensione dei lavori, procedendo:

- all'estrazione per strati suborizzontali, allorché si vogliano favorire le variazioni di umidità;
- all'estrazione frontale, nel caso contrario.

Quando la frazione fine non supera il 12 % e se non sono presenti elementi di grossa pezzatura (D> 71 mm) queste terre non presentano particolari problemi di costipamento.

Sottogruppi A_{2-6} e A_{2-7} – Le ghiaie e le sabbie argillose di questi sottogruppi sono, di norma, convenientemente utilizzate per la formazione dei rilevati, specialmente quando presentino un indice di gruppo IG=0. Il loro comportamento, tuttavia, è molto influenzato dalla quantità e dalla natura della frazione argillosa

presente. Portanza e caratteristiche meccaniche attingono valori intermedi tra quelle delle ghiaie e delle sabbie che costituiscono l'ossatura litica del materiale e quelle delle argille che costituiscono la frazione fine. Poste in opera, esse presentano da media a bassa permeabilità ed altezza di risalita capillare, ciò che determina elevato rischio di formazione di lenti di ghiaccio per azione del gelo. Per questo motivo, in presenza di falda superficiale e di prolungata durata di condizioni climatiche di bassa temperatura, il loro impiego deve essere evitato nella formazione di strati di sottofondo e limitato agli strati posti al di sotto di 2,00 m dal piano di posa della pavimentazione stradale, previa predisposizione, a quota inferiore, di uno strato anticapillare di spessore non inferiore a 30 cm.

L'energia e l'umidità di costipamento delle terre dei sottogruppi in esame debbono essere costantemente controllate; quando il contenuto d'acqua risulta prossimo o supera il limite di plasticità della frazione fine si rischia, infatti, di provocare instabilità e cadute di portanza per sovracostipamento del materiale. Se lo stato delle terre e le condizioni ambientali non obbligano alla sospensione dei lavori, è opportuno adottare basse energie di costipamento, operando su strati di modesto spessore.

Gruppi A4, A5, A6 e A7 L'opportunità d'adoperare terre di questi gruppi deve essere valutata secondo le seguenti linee guida:

- disponibilità di terre sostitutive, anche in relazione alle distanze di trasporto ed alle esigenze di carattere ambientale;
- provvedimenti da adottare per la protezione da venute d'acqua (gravitazionali o di capillarità) nelle opere in terra con esse realizzate;
- tecniche di miglioramento, quale il trattamento a calce, finalizzate a ricondurre le proprietà fisico-chimiche e meccaniche entro limiti di garanzia delle prestazioni, nel volgere della vita economica dell'opera.

Per l'impiego dei materiali dei gruppi A4 ed A5 occorre considerare che:

- la consistenza di queste terre (IP<10) cambia sensibilmente per modeste variazioni del contenuto d'acqua; anche per modesti incrementi d'umidità si passa rapidamente da comportamenti tipici di terreni asciutti, difficili da compattare, a quelli di terreni troppo umidi, per i quali risulta talvolta impossibile ottenere il grado di addensamento richiesto;
- in relazione all'assortimento granulometrico ed all'addensamento, la permeabilità ed il potere di risalita capillare possono variare entro limiti abbastanza ampi; ne risulta un forte potere di imbibizione (portate d'invasamento capillare) e, quindi, un'estrema sensibilità al rigonfiamento ed all'azione del gelo. I rilevati realizzati con questi terreni, pertanto, debbono essere protetti dalle acque interne ed esterne, mediante strati anticapillari, schermi drenanti, tempestivi rinfianchi laterali con inerbimento;
- la presenza di ciottoli ed elementi di più grossa pezzatura può impedire l'azione dei mezzi di miscelazione e, quindi, renderne impossibile la stabilizzazione a calce.
  Le difficoltà di compattazione delle argille dei gruppi A6 ed A7, le proprietà meccaniche generalmente modeste degli strati, come pure i provvedimenti di difesa dalle acque da mettere in atto per evitare rischi di ritiro- rigonfiamento del materiale posto in opera, limitano l'impiego di queste terre a rilevati di modesta importanza o a riempimenti non strutturali.

Se non sono presenti elementi di grosse dimensioni, le terre dei gruppi A6 ed A7 si prestano bene alla stabilizzazione con calce.

<u>Altri materiali</u>

Il progetto può prevedere l'adozione di tecnologie, materiali ed prodotti di tipo innovativo, diversi dalle terre.
In tali casi l'Appaltatore deve attenersi, per le qualificazioni dei materiali e i controlli, alle specificazioni di progetto, eventualmente riferite a normativa nazionale o internazionale specifica.
In presenza di esigenze tecniche particolari l'Appaltatore può proporre, nel rispetto del quadro economico, l'impiego di materiali non previsti espressamente in progetto.
In tale caso i materiali debbono essere sottoposti, prima del loro impiego, ad adeguate verifiche e, se necessario, a prove di laboratorio per accertarne l'idoneità alla particolare utilizzazione prevista; gli oneri delle prove e delle verifiche sono a totale ed esclusivo carico dell'Appaltatore.

<u>Rilevati con materiali riciclati</u>

Si considerano materiali riciclati quelli provenienti da attività di demolizione o di scarto di processi industriali trattati in impianto di lavorazione ai sensi del D.M. 8 maggio 2003n. 203 e Circolare Ministero ambiente 15 luglio 2005 n. 5205.
I materiali provenienti da attività di costruzione o demolizione sono prevalentemente costituiti da laterizi, murature, frammenti di conglomerati cementizi anche armati, rivestimenti e prodotti ceramici, scarti dell'industria di prefabbricazione di manufatti in calcestruzzo anche armato, frammenti di sovrastrutture stradali o ferroviarie, intonaci, allettamenti, materiali lapidei provenienti da cave autorizzate o da attività di taglio e lavorazione.
Per le lavorazioni in oggetto non è ammesso l'uso di materiali di scarto provenienti da processi industriali .

I materiali di riuso possono venire miscelati tra loro ed anche con terre naturali, in modo da favorirne il riutilizzo nelle costruzioni stradali con i conseguenti benefici economici ed ambientali.

Qualificazione fisico-meccanica

L'intrinseca variabilità di provenienza dei componenti impone di caratterizzarli qualificandoli per lotti o partite omogenee, allo scopo di evitare disuniformità di comportamento.

I requisiti di accettazione degli inerti riciclati variano a seconda del campo di impiego distinguendosi:

- impiego nello strato di sottofondo, fino alla profondità di circa 1,00 m a partire dal piano di posa della sovrastruttura;
- impiego per strati di rilevato, per bonifiche del piano di posa e similari.

Per le miscele a più largo spettro, provenienti da scarti, sia prevalentemente edilizi, sia anche industriali, si applica la Tabella 1.5 per gli strati di sottofondo.

PARAMETRO	MODALITÀ DI PROVA	LIMITE
Materiali litici di qualunque provenienza, pietrisco tolto d'opera, calcestruzzi, laterizi, refrattari, prodotti ceramici, malte idrauliche ed aeree, intonaci, scorie spente e loppe di fonderia di metalli ferrosi (caratterizzate secondo EN 13242)	Separazione visiva sul trattenuto al setaccio 8 mm (rif. UNI EN 13285:2004)	> 80 % in massa
Vetro e scorie vetrose	Idem	≤ 10 % in massa
Conglomerati bituminosi	Idem	≤ 15 % in massa
Altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero nei sottofondi stradali ai sensi della legislazione vigente	Idem	≤ 15 % in totale e ≤ 5 % per ciascuna tipologia
Materiali deperibili: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, sostanze organiche eccetto bitume. Materiali plastici cavi: corrugati, tubi o parti di bottiglie di plastica, etc.	Idem	≤ 0.1 % in massa
Altri materiali (metalli, gesso, guaine, gomme lana di roccia o di vetro, etc.)	Idem	≤ 0.4 % in massa
Equivalente in sabbia	UNI EN	> 30 %
Perdita in peso per abrasione con apparecchio "Los Angeles"	(UNI EN 1097/2)	≤ 45 %
Passante al setaccio 63 mm	UNI EN 933/1	= 100%
Passante al setaccio 4 mm	UNI EN 933/1	≤ 60 %
Rapporto tra il passante al setaccio 0.5 mm ed il passante al setaccio 0.063 mm	UNI EN 933/1	> 3/2
Passante al setaccio 0.063 mm	UNI EN 933/1	≤ 15 %
Indice di forma (frazione > 4 mm)	(UNI EN 933/4)	≤ 40 %
Indice di appiattimento (frazione > 4 mm)	(UNI EN 933/3)	≤ 35 %
Ecocompatibilità	Test di cessione di cui all'Allegato 3 D.M 05/02/98	Il materiale dovrà risultare conforme al test di cessione previsto dal D.M 05/02/98

Allegato C2 – Sottofondi Stradali

Tabella 1.6

Non sono ammessi gli inerti provenienti prevalentemente da attività industriali, con reimpiego diretto di una specifica tipologia di scarti,.

Ai fini dell'impiego nel corpo stradale, l'Appaltatore è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione rilasciata da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Requisiti chimici

I materiali riciclati debbono appartenere prevalentemente alle tipologie 7.1., 7.2., 7.11 e 7.17 del D.M. 05/02/98, n.72. Non sono ammessi materiali contenenti amianto e/o sostanze pericolose e nocive o con significativi contenuti di gesso. Pertanto, tali materiali debbono essere sottoposti ai test di cessione sul rifiuto come riportato in Allegato 3 del citato D.M. del 05/02/98, o a test equivalente di riconosciuta valenza europea (UNI 10802).

Il contenuto totale di solfati e solfuri (norma EN 1744-1) deve essere ≤1 per cento. Se il materiale viene posto in opera a contatto con strutture in c.a., tale valore deve essere ≤0,5 per cento.

Impianto di lavorazione

L'impianto di lavorazione, per garantire l'omogeneità e la costanza temporale del prodotto, deve essere

organizzato in modo tale da:

- consentire il controllo della qualità dei materiali in arrivo, per una verifica delle caratteristiche e dell'idoneità all'utilizzo;
- essere dotato di una zona debitamente attrezzata e delimitata per lo stoccaggio provvisorio del materiale;
- consentire l'alimentazione dell'impianto di trattamento mediante mezzo meccanico (per esempio una pala gommata), evitando che lo stesso venga alimentato direttamente dagli autocarri in arrivo;
- consentire, in uscita dall'alimentatore, il controllo qualitativo dei materiali e, con stoccaggio separato, tramite un by-pass, la successiva eventuale esclusione dal ciclo produttivo del materiale non idoneo e/o pericoloso;
- consentire una prima vagliatura, mediante vibrovaglio, per l'eliminazione della frazione fina, e il convogliamento del materiale nella camera di frantumazione del mulino, in modo da avere la riduzione granulometrica dei detriti ed il perfetto distacco delle armature di acciaio dal calcestruzzo;
- consentire l'individuazione di sostanze pericolose e/o nocive;
- essere dotato d'un secondo deferrizzatore, posto più vicino al nastro (per le parti metalliche minute eventualmente sfuggite al primo deferrizzatore);
- essere dotato d'un vibrovaglio, per la selezione delle frazioni granulometriche. Le frazioni di materiale non idoneo (carta, residui di legno, frazioni leggere, ecc…) devono essere, invece, automaticamente separate, anche in più stadi e convogliate in appositi contenitori.

Per garantire la costanza della qualità del prodotto, a prescindere dalle tipologie in alimentazione, l'impianto deve essere strutturato in modo tale da consentire la compensazione di carenze o eccedenze di frazioni granulometriche (dovute al tipo di materiale immesso nel ciclo); ciò, mediante la predisposizione di adeguate stazioni di vagliatura, in modo tale che, sul nastro trasportatore che alimenta lo stoccaggio finale del prodotto, sia presente l'intero assortimento granulometrico richiesto.

L'impianto di trattamento deve essere qualificato dal committente per stabilirne l'idoneità alla fornitura del materiale, nonché la rispondenza alle prescrizioni metodologiche del processo dettagliate al punto 7.1.3 del D.M. 05/02/98, n.72. Ai fini del mantenimento degli standards qualitativi dell'impianto stesso, debbono essere effettuate visite di efficienza dell'impianto ogni 20.000 m^3 di materiale lavorato e comunque almeno una ogni sei mesi.

Formazione e stoccaggio delle partite

Le singole partite di prodotto, o lotti, devono essere stoccate su un piano di posa stabile, pulito, regolare e ben drenato, in modo che risultino ben separate e distinguibili le une dalle altre. Le partite hanno di norma dimensioni variabili da 500 a 3000 m3.

L'accumulazione del materiale può avvenire, per ciascuna partita:

- in cumuli di forma conica o simili, costituiti per caduta del materiale dall'alto senza particolari accorgimenti destinati ad evitare la segregazione granulometrica od a favorire la miscelazione degli apporti;
- in cumuli piatti ed estesi, a superficie superiore piana ed orizzontale; in tal caso possono essere sovrapposte partite diverse, purché la base di appoggio della partita sovrastante sia interamente interna, con adeguato margine, alla superficie superiore della partita sottostante;
- con accorgimenti e modalità distributive che consentano di garantire elevati livelli di omogeneità granulometrica e di composizione;
- in volumi predisposti per un sistema di asportazione automaticamente omogeneizzante. Eccezionalmente, una partita può essere costituita dal solo contenuto nel singolo veicolo impiegato per il trasporto.

Campionature per impianti ordinari

Durante l'esecuzione delle campionature devono essere annotate e riportate in apposito verbale di prelevamento tutte le notizie che possono concorrere a fornire utili indicazioni sulla rappresentatività dei prelevamenti stessi, sulla loro ubicazione e sulle condizioni dei materiali.

Ciascun campione deve essere tenuto separato dagli altri, chiuso in un contenitore contraddistinto da etichetta chiara ed inalterabile, quindi trasportato, adottando precauzioni idonee ad evitare l'alterazione delle caratteristiche del materiale, la variazione della granulometria, la segregazione e la perdita di materiale fino.

Prelievo dei campioni da cumuli conici o simili

Quando il materiale sia disposto in cumuli costituiti per caduta del materiale dall'alto senza particolari accorgimenti, il prelievo dei campioni deve essere eseguito come segue:

- se il materiale si presenta sufficientemente uniforme, si preleveranno almeno cinque campioni, del peso minimo di 50 kg, da parti diverse ed a differente quota del cumulo, adottando le accortezze previste dalla

norma CNR 25/1972 par.6 e curando di ottenere la migliore rappresentatività possibile per i differenti tempi di costituzione del cumulo;

- se nello stesso cumulo il materiale presenta evidenti sensibili disuniformità, sia di colore, sia di granulometria, sia per altri caratteri di immediata evidenza, si devono prelevare distinti campioni in corrispondenza alle notate disuniformità, in numero almeno pari alle zone di diverse caratteristiche e, comunque, non inferiori a sei.

L'accumulazione in strati orizzontali è da preferire in quanto contribuisce a prevenire i fenomeni di segregazione che si verificano nei cumuli conici o piramidali. Il cumulo piatto ed esteso, costituente una singola partita, deve avere altezza massima di 3.00 m.
Individuato approssimativamente il baricentro della superficie superiore del lotto da saggiare, si eseguono i prelievi, in numero non inferiore a quello indicato nella Tabella 1.9, in punti opportunamente prescelti su una spirale avente origine nel baricentro in modo da evidenziare eventuali disuniformità.

Tabella 1.9	Campionatura da cumuli piatti		
Volume del cumulo piatto (m^3)	< 500	500 – 1000	1000 – 3000
Numero minimo di campioni	3	4	5

Ciascun campione, del peso minimo di 50 kg, deve essere rappresentativo del materiale presente in tutto lo spessore del cumulo piatto, per altezze del cumulo inferiori a 3 metri. Per altezze superiori, in ognuno dei punti di prelievo va prelevato un campione ogni 3 metri o frazione.

Prelievo dei campioni da partite omogeneizzate in fase di formazione

Se le partite vengono disposte in cumuli piatti ed estesi ed omogeneizzate in modo automatico durante la loro formazione, la campionatura può essere effettuata progressivamente e contestualmente alla formazione, purché si adottino sistemi automatici atti a garantire la rappresentatività e la non alterabilità del prelievo. In tale caso il campione globale deve essere suddiviso in parti corrispondenti ad afflussi relativi al massimo a 3 metri di cumulo; ciascuna parte va ridotta, poi, per quartatura al peso minimo di circa 50 kg del campione da sottoporre a prova.
In alternativa possono essere eseguiti prelievi dopo aver terminato la formazione del cumulo , secondo la procedura più idonea tra quelle indicate nei paragrafi precedenti.

Prelievo dei campioni dai veicoli impiegati per il trasporto

Qualora si renda necessario eseguire il prelievo dei campioni dai veicoli impiegati per il trasporto del materiale, si procede, per ciascun veicolo, secondo la procedura e con le cautele indicate dalla norma UNI EN 932-1. I singoli campioni, del peso minimo di circa 50 kg devono essere tenuti separati e sottoposti separatamente a prova.

Campionatura per impianti a prodotto costante

Un impianto di trattamento dei materiali provenienti da riciclo può essere qualificato a "prodotto costante" se, oltre a quanto sopra descritto per l'impianto di lavorazione, permette di:

- separare automaticamente, anche in più stadi, e convogliare in appositi contenitori le frazioni di materiale non idoneo (carta, residui di legno, frazioni leggere ecc.);
- compensare carenze o eccedenze di frazioni granulometriche, dovute al materiale immesso nel ciclo, mediante la presenza di adeguate stazioni di vagliatura, in modo tale che, sul nastro trasportatore che alimenta lo stoccaggio finale del prodotto, sia presente un assortimento granulometrico costante.

L'impianto di trattamento deve essere qualificato. Ai fini del mantenimento degli standard qualitativi dell'impianto stesso, debbono essere effettuati controlli dell'impianto ogni 20.000 m^3 di materiale lavorato e, comunque, almeno una ogni 6 mesi da parte di un Laboratorio accreditato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.
Il numero di prelievi e di prove potrà essere dimezzato, se , per un anno di osservazioni e per un volume sottoposto a test di almeno 4000 m^3 al mese per ciascuna delle dichiarate tipologie di impiego, i risultati delle prove di caratterizzazione hanno evidenziati una costanza di risultati conformi alle specifiche.
Qualora l'impianto sia anche dotato di laboratorio interno, i campioni, sempre dopo un anno di positiva e documentata sperimentazione, possono essere preparati in doppia serie a cura del laboratorio accreditato. La prima serie sarà sottoposta a prova dal laboratorio interno; della seconda serie il laboratorio accreditato sottoporrà a prova un campione ogni 10 o frazione.

Tutti i risultati di ciascuna serie di prove eseguite nel laboratorio interno, completi del verbale di esecuzione del prelievo, possono essere approvati se, prescelto a caso 1 campione su 10, i risultati dei due laboratori non differiscono di più della ripetibilità della singola prova, definita ufficialmente o, in mancanza, determinata nel corso della sperimentazione. In caso di positivo riscontro delle prove nel laboratorio interno, le medesime avranno piena vigenza per tutto l'anno successivo, mantenendosi la cadenza annuale per i controlli comparativi da parte del laboratorio accreditato.

Accettazione

L'Appaltatore è tenuto a presentare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di produzione, la composizione delle partite che intende adottare; ogni composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.
Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della partita proposto, l'Appaltatore deve attenervisi rigorosamente.
Ad ogni mutazione delle caratteristiche della partita, sia per provenienza dei materiali sia per tecnica di miscelazione, andrà ripetuta la documentazione di qualifica del materiale.

Posa in opera

Il materiale deve essere steso in strati di ridotto spessore (in genere non superiori a 30 cm) e costipato mediante rullatura leggera. La superficie degli strati deve avere una pendenza trasversale pari a circa il 4% e, comunque, tale da garantire lo smaltimento delle acque meteoriche; deve essere evitata la formazione di avvallamenti o solchi. Detta pendenza deve essere mantenuta durante il lavoro e il transito dei mezzi di cantiere, impiegando allo scopo livellatrici o macchine equivalenti.
Le operazioni di compattazione debbono essere determinate mediante la messa a punto degli schemi di rullatura che debbono essere definiti prima dell'inizio dei lavori.
L'utilizzo di materiali da riciclo per la realizzazione del corpo dei rilevati è consentito purché interessi tutta l'impronta del rilevato stesso. Non sono ammesse alternanze di strati di materiali da riciclo e di terre.
Il rilevato, quindi, deve essere costituito al massimo da due fasce di materiale differenti (riciclato e non) in senso verticale; in senso orizzontale, invece, deve essere comunque garantita l'omogeneità dei materiali utilizzati.
Il piano particolare delle lavorazioni indicherà i siti di impiego dei materiali riciclati confinandoli preferibilmente tra opere quali tombini, attraversamenti, opere d'arte ecc., onde evitare che, al contatto con materiali di caratteristiche differenti, si formino giunti o superficie di discontinuità . Potrà altresì prevedere la parzializzazione del corpo del rilevato, destinando gli inerti da riciclo esclusivamente al nucleo centrale, ed utilizzando terre tradizionali per le fasce laterali. In tal caso i terreni di contro nucleo vanno posti in strati di spessore pari a quelli realizzati con le materie da riciclo.

Controlli prestazionali

I controlli di compattazione, di portanza e di regolarità dei piani finiti, salvo diverse prescrizioni motivate in sede di progettazione, sono conformi a quelli previsti per le terre naturali.
Ogni 1.000 m^3 di materiale steso in opera, si deve verificare che le caratteristiche del prodotto fornito rispettino i requisiti di qualificazione fisico – meccanica riportati nelle tabelle 1.5 – 1.6 – 1.7 - 1.8.

Campo prova

Un prova preliminare di sperimentazione in vera grandezza deve essere predisposta quando l'impiego dei materiali riciclati per la realizzazione degli strati del corpo dei rilevati supera complessivamente il volume di 10.000 m^3 o anche per volumi inferiori di inerti da riciclo il campo prova va predisposto quando i materiali disponibili presentino caratteristiche fisiche e comportamentali difformi dalle specifiche di Tabelle 1.5 – 1.6 – 1.7 – 1.8, o quando in progetto siano state indicate tipologie di inerti da riciclo differenti da quelle effettivamente reperite in zona.
Il campo prova deve essere controllato mediante la determinazione del modulo di deformazione M_d (CNR 146/92); le misure debbono essere effettuate per ogni strato almeno in cinque punti appartenenti ad una porzione di rilevato omogeneo, con interessamento in senso trasversale dell'intera piattaforma. Debbono essere, inoltre, misurati i valori della densità in sito, del contenuto d'acqua nella porzione di terreno in vicinanza dei punti di misura del modulo di deformazione, nonché gli spessori degli stati finiti.

3.0. PIANIFICAZIONE DEI LAVORI

Qualificazione dei materiali

Con riferimento alla verifica del progetto, ai sensi dell'art.131 del Regolamento LL.PP. / D.P.R. 554/99, ed alle lavorazioni per la formazione del corpo stradale in trincea ed in rilevato, l'Appaltatore deve presentare, per l'approvazione da parte della Direzione Lavori, un programma dettagliato dei movimenti di materia, nonché

eseguire un'indagine conoscitiva sulle più idonee modalità di esecuzione dei relativi lavori basata su sperimentazione o prove in vera grandezza.

Detta indagine si articola di norma come segue:

- rilievo geometrico diretto dell'andamento morfologico del terreno in corrispondenza delle sezioni di progetto e di altre eventuali sezioni intermedie integrative (rilievo di prima pianta);
- rilievo, attraverso pozzetti stratigrafici, dello spessore di ricoprimento vegetale;
- identificazione della natura e dello stato delle terre (provenienti dalle zone di scavo e dalle cave di prestito) per la valutazione dell'attitudine al particolare impiego, prevedendo le seguenti prove di laboratorio:

• granulometria e limiti di Atterberg, per la classificazione secondo la norma CNR-UNI 10006/63;
• contenuto d'acqua naturale (CNR-UNI 10008/63) e consistenza;
• costipamento AASHO Standard e/o Modificato (CNR69/78) al variare del contenuto d'acqua, con individuazione della densità massima del secco ($\square_s$ max) e dell'umidità ottimale di costipamento (w_{opt});
• analisi granulometriche comparative, prima e dopo la prova di costipamento, limitatamente ai materiali per i quali si sospetta la presenza di componenti fragili o instabili;
• indice di portanza CBR([1]), secondo modalità di prova che tengano conto della destinazione del materiale, dei rischi di imbibizione da venute d'acqua (gravitazionale e/o di capillarità) e del prevedibile grado di addensamento. Per valutare gli effetti delle variazioni di umidità e del grado d'addensamento sulla portanza degli strati realizzati, la Direzione dei lavori, in relazione alle esigenze di posa in opera ed anche ai fini dei controlli di portanza (cfr. 1.4.3.5), ha la facoltà di richiedere lo studio CBR completo, a diverse energie ed umidità di costipamento, secondo la norma SN670320b.

Per le rocce evolutive devono essere determinate, inoltre:

• la resistenza a compressione semplice su cubetti (CNR 4/53) e la relativa massa volumica;
• la perdita di peso alla prova Los Angeles (CNR 34/73) determinata preferibilmente per la classe A.

Laddove non fosse possibile effettuare prove di costipamento AASHO e prove CBR di laboratorio, l'attitudine all'impiego può essere determinata successivamente, attraverso la misura del modulo di deformazione M_d (CNR146/92), nel corso delle prove preliminari in vera grandezza (campo prove) di cui nel seguito.

[1]) L'indice CBR viene utilizzato:
• ai fini del dimensionamento della pavimentazione per valutare la portanza dei terreni di sottofondo (naturali o riportati);
• quale criterio di qualità per valutare l'attitudine dei materiali ad essere utilizzati per la costruzione di strati di rilevato o di sottofondo;
• per valutare l'influenza dell'imbibizione e del gelo sulla portanza (e sulle variazioni di volume) dei terreni di sottofondo, confrontando i risultati delle prove effettuate su provini compattati in condizioni standard (energia della prova AASHO Mod.), ma sottoposti a differenti condizionamenti (punzonamento immediato, punzonamento dopo 4 giorni di immersione in acqua, punzonamento dopo gelo e disgelo).

Per le terre destinate ai massicci rinforzati, alle prove ordinarie sulle terre naturali, debbono essere aggiunte le determinazioni delle seguenti caratteristiche:

• contenuto in sali solubili totali (UNI 8520);
• contenuto in solfuri, solfati e cloruri (UNI 8520);
• misure di pH e resistività elettrica (BS 1377 Part 3).

Tenuto conto dei risultati delle suddette indagini, l'Appaltatore predispone i seguenti documenti, da sottoporre all'approvazione del Direttore dei Lavori:

– piano dettagliato di sperimentazione in vera grandezza (campo prove);
– piano particolareggiato delle lavorazioni di movimento di materie.

<u>Campo prove per l'impiego di materiali sciolti</u>

Con la sola eccezione di lavori per i quali i volumi dei movimenti di materia siano del tutto trascurabili (come tali individuati nel progetto approvato), l'Appaltatore è tenuta a realizzare (per ciò mettendo a disposizione della Direzione Lavori personale e mezzi adeguati) una sperimentazione in vera grandezza (campo prova), allo scopo di definire, sulla scorta dei risultati delle prove preliminari di laboratorio e con l'impiego dei mezzi effettivamente disponibili, gli spessori di stesa ed il numero di passaggi dei compattatori che permettono di raggiungere le prestazioni (grado di addensamento e/o portanza) prescritte.

La sperimentazione in vera grandezza deve riguardare ogni approvvigionamento omogeneo di materiale che si intende utilizzare per la costruzione del corpo stradale.

Nei cantieri di grande dimensione e, in ogni caso, allorché per il controllo in corso d'opera vengano impiegate prove rapide e/o ad alto rendimento (FWD, autocarro con asse di 10 t), le indagini preliminari sui rilevati sperimentali sono finalizzati anche a stabilire le necessarie correlazioni tra i risultati di queste ed i valori di densità secca $\square_s$ e/o modulo di deformazione Md.

L'onere economico della sperimentazione in campo prove è compreso nel prezzo d'appalto e, quindi, cade a carico dell'Appaltatore. Il sito della prova può essere compreso nell'area d'ingombro del corpo stradale, anche in corrispondenza di un tratto di rilevato: in questo caso dopo la sperimentazione è fatto obbligo all'Appaltatore

di demolire le sole parti del manufatto non accettabili, sulla base delle prestazioni ad esse richieste nella configurazione finale.
La sperimentazione va completata prima di avviare l'esecuzione dei rilevati, per essere di conferma e di riferimento del piano e delle modalità delle lavorazioni; in ogni caso, se applicata a materiali diversi deve precedere, per ciascuno di essi, l'inizio del relativo impiego nell'opera. Analogamente la sperimentazione va ripetuta in caso di variazione del parco macchine o delle modalità esecutive.

A titolo orientativo, per quanto attiene alle modalità operative che dovranno essere dettagliate nel piano presentato per l'approvazione alla Direzione Lavori, si segnala che:

- l'area prescelta per la prova in vera grandezza deve essere perfettamente livellata, compattata e tale da presentare caratteristiche di deformabilità analoghe a quelle dei materiali in esame;
- la larghezza del rilevato deve risultare almeno pari a tre volte quella del rullo;
- i materiali vanno stesi in strati di spessore costante (o variabile qualora si voglia individuare lo spessore ottimale), provvedendo a compattarli con regolarità ed uniformità e simulando, durante tutte le fasi di lavoro, le modalità esecutive che poi saranno osservate nel corso dei lavori;
- per ciascun tipo di materiale e per ogni modalità esecutiva, occorre mettere in opera almeno 2 o 3 strati successivi; per ciascuno di essi vanno eseguite prove di controllo dopo successive passate (ad esempio, dopo 4, 6, 8, passate).

I risultati delle prove vanno riportati in apposito verbale redatto dalla Direzione Lavori, che ne trae le conclusioni sull'accettazione delle macchine e sulle modalità di posa in opera.

Cave di prestito
Per le cave di prestito segnalate dalla Stazione appaltante, le aree da cui debbono prelevarsi i materiali sono comunicate all'Appaltatore in occasione della consegna dei lavori (ovvero di verbale parziale, se è disposta una consegna frazionata).

Per l'occasione possono essere specificate le particolari modalità previste in progetto e che l'Appaltatore deve rispettare in ordine:

- ad eventuali condizioni particolari di prelievo del materiale (estrazione in acqua, a strati suborizzontali o frontali, uso o meno di mine);
- alla regolamentazione in materia d'ambiente, d'inquinamento atmosferico ed acustico, di sicurezza dell'esercizio;
- alle condizioni di stoccaggio del materiale cavato;
- alle opere provvisorie e finalizzate al deflusso delle acque;
- alle vie di accesso (viabilità interessata e piste di servizio);
- al ripristino dei luoghi dopo l'esercizio (ricucitura vegetazionale e modellazione morfologica, ripristini di pavimentazioni, ecc.).

Per le cave di prestito proposte dall'Appaltatore, o individuate sotto la sua responsabilità, in difformità del progetto, ovvero nel caso in cui il progetto ne lasci l'onere all'esecutore, la soluzione deve essere da questo sottoposta all'approvazione del Direttore dei Lavori, provvedendo a corredare la richiesta di:

- indagini preliminari con prove di laboratorio finalizzate alla valutazione dell'attitudine all'impiego
- valutazione delle cubature estraibili;
- modalità di esercizio come sopra specificato;
- benestare del proprietario del suolo allo sfruttamento.

Discariche e luoghi di deposito
Le materie provenienti dagli scavi e non utilizzate per la costruzione dei rilevati, per i riempimenti ed i ricoprimenti debbono essere portate a rifiuto nelle discariche individuate in progetto ovvero nel rispetto delle leggi e dei regolamenti locali, in aree che l'Appaltatore può proporre, in aggiunta o in variante di queste, previa autorizzazione del Direttore dei Lavori e degli Enti preposti alla tutela del territorio.
Si deve in ogni caso evitare che le materie depositate possano arrecare danni (sia nel breve che nel lungo termine) alle opere realizzate ed alle proprietà limitrofe, come pure essere causa d'instabilità dei terreni adiacenti ed ostacolo al libero deflusso delle acque.
In relazione alle cubature da conferire a discarica (ed eventualmente anche da mettere a deposito provvisorio), in siti non previsti o non esaurientemente trattati in progetto, l'Appaltatore è tenuto a produrre:

- gli studi di stabilità e d'integrazione ambientale della discarica, particolarmente per quanto riguarda

l'idrologia superficiale e profonda e l'impatto paesaggistico;

- le autorizzazioni rilasciate dagli Enti competenti in materia, in accordo alle norme ed ai regolamenti vigenti, come pure quelle relative all'occupazione dei terreni, da parte dei proprietari.

In linea generale i materiali idonei provenienti dagli scavi debbono essere utilizzati immediatamente, senza far ricorso a luoghi di deposito provvisori.
Nel caso in cui le materie provenienti dagli scavi dovessero essere temporaneamente accantonate, per essere utilizzate successivamente nei riempimenti di cavi, rinterri, eccetera, esse possono essere depositate nell'ambito del cantiere o in luoghi tali da non provocare danni a persone e cose ed intralci al traffico.
I luoghi di deposito della terra vegetale da utilizzarsi per il ricoprimento delle scarpate e per la realizzazione di opere in verde, in particolare, debbono essere sistemati in modo da evitare venute e ristagni d'acqua, capaci di impedire l'ossigenazione della terra stessa. I cumuli di terra vegetale, disposti, con scarpate generalmente di 3/2, non debbono superare l'altezza di 3,00 metri, particolarmente nel caso in cui il piano d'impiego preveda attese superiori a sei mesi.
Nella sistemazione dei depositi di terra vegetale, inoltre, l'Appaltatore ha l'obbligo:

- di utilizzare modalità operative e mezzi idonei ad evitare ogni costipamento ed assestamento della terra;
- di mantenere i depositi provvisori esenti da vegetazione indesiderata, procedendo alla falciatura delle erbe infestanti, prima della fioritura, ovvero al diserbamento, anche mediante l'impiego di diserbanti, se accettati dalla Direzione dei lavori in relazione al loro rischio ambientale.

L'Appaltatore deve produrre, anche per le cave di deposito temporaneo e permanente, se necessario a modifica o integrazione del progetto, calcoli geotecnici ed elaborati di controllo e salvaguardia ambientale, in analogia a quanto già illustrato per le cave di prestito.

<u>Piano particolareggiato delle lavorazioni</u>
In sostanziale aderenza alle previsioni di progetto, per il conseguimento delle prestazioni previste per i manufatti in terra e per le loro parti, l'Appaltatore deve redigere un piano particolareggiato delle lavorazioni, che contenga:

- la specificazione della provenienza dei diversi materiali di cui si compone il corpo stradale nelle sue varie parti, corredata di un bilancio quantitativo che tenga conto delle presumibili variazioni volumetriche connesse alle operazioni di scavo e di costipamento;
- le risorse impegnate nelle lavorazioni programmate, (mezzi , mano d'opera, personale e attrezzature del laboratorio di cantiere, ecc.), la durata e la collocazione temporale dell'impegno;
- le modalità di posa in opera di ciascun materiale, da verificare nel campo prova, in ordine a:
  - spessori di stesa consentiti dai mezzi di costipamento;
  - attitudine dei mezzi d'opera e, in particolare, dei compattatori ad assicurare le prescritte prestazioni;
  - numero di passate e velocità media di avanzamento dei mezzi costipanti.
- le prevalenti condizioni di umidità naturale delle terre impiegate, all'atto della posa in opera; in relazione ad esse sono dettagliati nel piano gli eventuali procedimenti di umidificazione, deumidificazione, correzione e/o stabilizzazione;
- le modalità esecutive delle operazioni propedeutiche e collaterali alla posa in opera: umidificazione, deumidificazione, sminuzzamento, mescolamento, correzione, stabilizzazione, spargimento;
- la programmazione e la progettazione delle opere di supporto all'esecuzione delle lavorazioni: piste provvisorie, raccordi alla viabilità, piazzali di deposito provvisorio;
  - eventuali integrazioni o modifiche del progetto per apertura, coltivazione e recupero ambientale delle cave di prelievo e dei siti di deposito, opere di sostegno provvisorio degli scavi, di drenaggio e di difesa dalle acque;
- le modalità di recupero ambientale, di ricopertura di realizzazione di opere in verde a protezione dei pendii dalle erosioni superficiali.

Ogni proposta di variazione del piano particolareggiato dei lavori che si rendesse utile o necessaria in corso d'opera deve essere motivatamente presentata al Direttore dei Lavori e da questi tempestivamente esaminata.

La suddetta programmazione è anche condizione indispensabile per la gestione del cantiere in regime di controllo di qualità della prestazione, ai sensi delle norme UNI EN serie 9000.

4.0. PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI

4.1. SMACCHIAMENTO E SCOTICAMENTO

Smacchiamento

Nell'ambito dei movimenti di terra l'Appaltatore deve procedere preliminarmente al taglio degli alberi, degli arbusti e dei cespugli, nonché all'estirpazione delle ceppaie e delle radici.
I prodotti dello smacchiamento, salvo diversa indicazione specificamente prevista, sono lasciati a disposizione dell'Imprenditore che ha l'obbligo e la responsabilità del loro trasporto, a qualsiasi distanza, in siti appositamente attrezzati per l'incenerimento (osservando le prescritte misure di sicurezza) ovvero in discariche abilitate alla loro ricezione.
L'Appaltatore è tenuto ad effettuare a propria cura e spese il riempimento delle buche effettuate in dipendenza dell'estirpamento delle radici e delle piante, che dovrà essere effettuato con materiale idoneo messo in opera a strati di conveniente spessore e costipato

Scoticamento

Prima di dar luogo agli scavi l'Appaltatore deve procedere all'asportazione della coltre di terreno vegetale ricadente nell'area di impronta del solido stradale per lo spessore previsto in progetto o, motivatamente ordinato per iscritto in difformità di questo, all'atto esecutivo, dalla Direzione Lavori. Nei tratti di trincea l'asportazione della terra vegetale deve essere totale, allo scopo di evitare ogni contaminazione del materiale successivamente estratto, se questo deve essere utilizzato per la formazione dei rilevati. Parimenti, l'Appaltatore deve prendere ogni precauzione per evitare la contaminazione con materiale inerte della terra vegetale da utilizzare per le opere a verde, procedendo, nel caso della gradonatura del piano di posa dei rilevati, per fasi successive, come indicato nell'articolo relativo a questa lavorazione.
L'Appaltatore risponde di eventuali trascuratezze nelle suddette lavorazioni che incidano sul piano di movimento di materie assentito: provvede, quindi, a sua cura e spese al deposito in discarica del materiale contaminato ed alla fornitura dei volumi idonei sostitutivi.
La terra vegetale che non venga utilizzata immediatamente deve essere trasportata in idonei luoghi di deposito provvisorio, in vista della sua riutilizzazione per il rivestimento delle scarpate, per la formazione di arginelli e per altre opere di sistemazione a verde (spartitraffico centrale e laterale, isole divisionali, ricoprimento superficiale di cave e discariche, ecc.).
Resta comunque categoricamente vietato la posa in opera di tale materiale per la costruzione dei rilevati.
I depositi provvisori di terra vegetale vanno sistemati come descritto nel capitolo Discariche e luoghi di deposito.
Le terre ad alto contenuto organico in eccesso rispetto alle esigenze di ricopertura o contaminate, debbono essere portate immediatamente a rifiuto, onde scongiurare ogni rischio di inquinamento dei materiali destinati alla formazione del corpo del rilevato.
L'asportazione della terra vegetale deve avvenire subito prima dell'esecuzione dei movimenti di terra nel tratto interessato, per evitare l'esposizione alle acque piovane dei terreni denudati, sia per i tratti in rilevato (per evitare rammollimenti e perdite di portanza dei terreni costituenti il piano di posa), sia per i tratti in trincea.

4.2. SCAVI

Si definisce scavo ogni movimentazione di masse di terreno dal sito originario finalizzata all'impianto di opere costituenti il nastro stradale e le sue pertinenze, quali:
- impianti di rilevati;
- impianti di opere d'arte;
- cunette, accessi, passaggi e rampe, etc.

Gli scavi si distinguono in :
- scavi di sbancamento;
- scavi a sezione ristretta.

Gli scavi potranno essere eseguiti a mano, con mezzi meccanici e, ove previsto, con l'impiego di esplosivi.

Norme generali

Gli scavi occorrenti per la formazione del corpo stradale (compresi quelli per la sistemazione del piano di posa dei rilevati e per far luogo alla pavimentazione ed alla bonifica del sottofondo stradale in trincea), nonché quelli per la formazione di cunette, fossati, passaggi, rampe e simili, sono eseguiti secondo le forme e le dimensioni riportate negli elaborati grafici di progetto ed in conformità a quanto eventualmente ordinato per iscritto dalla Direzione dei Lavori.

L'Appaltatore è tenuto ad adottare ogni cautela ed esattezza nel sagomare i fossi, nel configurare le scarpate ed i piani di fondazione e nel profilare i cigli della strada.
L'Appaltatore è tenuto a consegnare le trincee alle quote e secondo i piani prescritti, con scarpate ben spianate

e regolari, con cigli ben tracciati e profilati; lo stesso deve procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, rimanendo obbligato, durante l'esecuzione dei lavori e fino a1 collaudo, alle necessarie riprese e sistemazioni delle scarpate, nonché allo spurgo dei fossi e delle cunette.
Prima dell'esecuzione delle trincee e dei rilevati, l'Appaltatore deve provvedere tempestivamente all'apertura di fossi anche provvisori, di eventuali canali fugatori e di quanto altro occorra per assicurare il regolare smaltimento e deflusso delle acque, nonché gli esaurimenti delle stesse, compresi gli oneri per il loro trattamento secondo le vigenti norme di legge.
Qualora, per la qualità del terreno o per qualsiasi altro motivo, fosse necessario puntellare, sbatacchiare ed armare le pareti degli scavi, l'Appaltatore deve provvedervi a sua cura e spese, adottando tutte le precauzioni necessarie per impedire smottamenti e franamenti; in ogni caso resta a suo carico il risarcimento per i danni, dovuti a negligenze o errori, subiti da persone e cose o dall'opera medesima.
Nel caso di franamento degli scavi è altresì a carico dell'Appaltatore procedere alla rimozione dei materiali ed a1 ripristino del profilo di scavo. Nulla è dovuto per il mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato per le armature e sbatacchiature.
Nel caso che, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni geotecniche e statiche lo richiedano, L'Appaltatore è tenuto a coordinare opportunamente per campioni la successione e l'esecuzione delle opere di scavo e murarie.
Qualora negli scavi in genere si fossero superati i limiti e le dimensioni assegnati in progetto, l'Appaltatore deve ripristinare le previste geometrie, utilizzando materiali idonei.

Nell'esecuzione dei lavori di scavo l'Appaltatore dovrà scrupolosamente rispettare le prescrizioni assumendosene l'onere, e farsi carico degli oneri di seguito elencati a titolo descrittivo e non limitativo :

a) Se il fondo degli scavi risultasse smosso, l'Appaltatore compatterà detto fondo fino ad ottenere una compattazione pari al 95% della massima massa volumica del secco ottenibile in laboratorio (Prova di compattazione AASHO modificata) (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972) e fino ad ottenere i requisiti di portanza richiesti (art. 2.4.7.1 – Piano di appoggio dei rilevati).
b) Eseguire, ove previsto dai documenti di progetto e/o richiesto dalla DIREZIONE LAVORI, scavi campione con prelievo di saggi e/o effettuazione di prove ed analisi per la definizione delle caratteristiche geotecniche (a totale carico dell'Appaltatore).
c) Recintare e apporre sistemi di segnaletica diurna e notturna alle aree di scavo.
e) Adottare tutte le cautele necessarie (indagini preliminari, sondaggi, scavi campione, etc.) per evitare il danneggiamento di manufatti e reti interrate di qualsiasi natura; inclusa, ove necessario, la temporanea deviazione ed il tempestivo ripristino delle opere danneggiate o provvisoriamente deviate.
f) Segnalare l'avvenuta ultimazione degli scavi, per eventuale ispezione da parte della Direzione Lavori, prima di procedere a fasi di lavoro successive o ricoprimenti.

In caso di inosservanza la Direzione Lavori potrà richiedere all'Appaltatore di rimettere a nudo le parti occultate, senza che questa abbia diritto al riconoscimento di alcun maggior onere o compenso.
g) Nel caso di impiego di esplosivi, saranno a carico dell'Appaltatore:

- Il rispetto delle Leggi e normative vigenti, la richiesta e l'ottenimento dei permessi delle competenti Autorità.

- Polvere, micce, detonatori, tutto il materiale protettivo occorrente per il brillamento delle mine, compresa l'esecuzione di fori, fornelli, etc.

- Mezzi, materiali e personale qualificato occorrente, per l'esecuzione dei lavori nel rispetto delle norme di sicurezza vigenti.

- Coordinamento nei tempi di esecuzione, in accordo al programma di costruzione e nel rispetto dei vincoli e delle soggezioni derivanti dalle altre attività in corso e dalle situazioni locali.

h) I materiali provenienti dagli scavi, in genere, dovranno essere reimpiegati nella formazione dei rilevati o di altre opere in terra.

Nel reimpiego dei materiali provenienti dagli scavi l'Appaltatore è obbligato a rispettare le destinazioni particolari per essi previste dal progetto ed approvate dalla Direzione Lavori, come piano dettagliato delle lavorazioni.
L'Appaltatore deve eseguire le operazioni di scavo, trasporto e posa in opera con mezzi adeguati e con sufficiente manodopera, coordinando la successione delle fasi e l'esecuzione delle varie categorie di lavoro. Lo stesso rimane libero di adottare macchine ed impianti ritenuti di sua convenienza, purché rispondenti allo

scopo e non pregiudizievoli per la buona riuscita dei lavori.

I materiali ritenuti idonei dovranno essere trasportati, a cura e spese dell'Appaltatore, al reimpiego o, ove necessario, in aree di deposito e custoditi opportunamente, secondo le disposizioni precisate in precedenza.

Se necessario saranno trattati per ridurli alle dimensioni prescritte dalle presenti norme secondo necessità, ripresi e trasportati nelle zone di utilizzo.
I materiali , che, invece, risulteranno non idonei al reimpiego, dovranno essere trasportati, a cura e spesa dell'Appaltatore, a rifiuto nelle discariche indicate in progetto o individuate in corso d'opera, qualunque sia la distanza, dietro formale autorizzazione della Direzione Lavori (ordine di servizio), fatte salve le vigenti norme di legge e le autorizzazioni necessarie da parte degli Enti preposti alla tutela del territorio e dell'ambiente , secondo le disposizioni precisate in precedenza.

L'Appaltatore, a sua cura e spesa, dovrà ottenere la disponibilità delle aree di discarica e/o di deposito, dei loro accessi, e dovrà provvedere alle relative indennità, nonché alla sistemazione e alla regolarizzazione superficiale dei materiali di discarica secondo quanto previsto in progetto e/o prescritto dall'Ente Concedente la discarica.

Scavi di sbancamento

Sono denominati di sbancamento gli scavi occorrenti per:

- l'apertura della sede stradale, dei piazzali e delle pertinenze in trincea secondo i disegni di progetto e le particolari prescrizioni che può dare la Direzione Lavori in sede esecutiva;
- la formazione dei cassonetti, per far luogo alla pavimentazione ed all'eventuale bonifica del sottofondo stradale in trincea;
- la bonifica del piano di posa dei rilevati, ivi compresa la formazione delle gradonature previste in progetto, nel caso di terreni con pendenza generalmente superiore al 15%;
- lo splateamento del terreno per far luogo alla formazione di piani di appoggio, platee di fondazione, vespai, orlature e sottofasce;
- la formazione di rampe incassate, cunette di piattaforma;
- gli allargamenti di trincee, anche per l'inserimento di opere di sostegno, ed i tagli delle scarpate di rilevati esistenti per l'ammorsamento di parti aggiuntive del corpo stradale;
- abbassamenti dei piani di posa dei rilevati; per disfacimento di massicciata ed apertura di cassonetto su strade esistenti;
- l'impianto delle opere d'arte (spalle di ponti, spallette di briglie, muri di sostegno, ecc.) per la parte ricadente al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno naturale o di quello degli splateamenti precedentemente eseguiti ed aperti almeno da un lato, considerandosi come terreno naturale anche l'alveo dei torrenti o dei fiumi.

Nel caso si prevedano sospensioni durature di lavoro onde evitare la penetrazione di acque piovane nel rilevato e la conseguente sua saturazione, l'Appaltatore sarà tenuta a costipare a fondo l'ultimo strato eseguito, ove necessario con l'ausilio di rulli gommati, sagomando la superficie in modo da impedire ristagni di acqua:

L'esecuzione degli scavi di sbancamento può essere richiesta dalla Direzione Lavori anche a campioni di qualsiasi tratta senza che l'Appaltatore possa pretendere, per ciò, alcun compenso o maggiorazione del relativo prezzo di elenco.

Inoltre, sono considerati scavi di sbancamento anche tutti i tagli a larga sezione agevolmente accessibili, mediante rampa, sia ai mezzi di scavo, sia a quelli di trasporto delle materie, a pieno carico.
In presenza di terreni sensibili all'acqua e ove si adottino procedimenti di estrazione a strati suborizzontali, le superfici di lavoro devono presentare sufficiente pendenza verso l'esterno (generalmente non inferiore al 6%) su tutta la loro larghezza. Ciò, fino a quando non sarà raggiunto il piano di sbancamento definitivo (piano di posa della pavimentazione o piano di imposta della sottofondazione di trincea).
Quest'ultimo deve risultare perfettamente regolare, privo di avvallamenti e ben spianato secondo le pendenze previste nei disegni e nelle sezioni trasversali di progetto. Generalmente, dette pendenze debbono risultare non inferiori al 4%, per permettere un allontanamento delle acque sufficientemente rapido.
I piani di sbancamento debbono essere rullati alla fine della giornata di lavoro o, immediatamente, in caso di minaccia di pioggia.

Dovranno essere presi tutti i provvedimenti atti ad impedire scoscendimenti, restando L'Appaltatore esclusivamente responsabile degli eventuali danni ed obbligato a provvedere a sue spese alla rimozione delle materie franate e al ripristino delle corrette sezioni.

L’Appaltatore dovrà sviluppare gli scavi e i trasporti dei materiali di risulta con mezzi meccanici adeguati e con sufficiente mano d'opera.

Dovrà aprire tempestivamente i fossi e le cunette occorrenti allo scarico delle acque, in modo da assicurare in ogni caso il loro regolare deflusso.

I materiali provenienti dagli scavi e non utilizzabili perché non idonei per la formazione dei rilevati o per altro impiego nei lavori, dovranno essere portati a rifiuto, a cura e spese dell’Appaltatore e su aree autorizzate, che comunque L’Appaltatore stesso dovrà provvedere a reperire.

Scavi di fondazione

Per scavi a sezione ristretta si intendono quelli chiusi da pareti, di norma verticali o subverticali, riproducenti il perimetro dell'opera, effettuati al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno lungo il perimetro medesimo. Questo piano è fissato (da progetto o, in difformità, su motivato parere della Direzione Lavori) per l'intera area o per più parti in cui questa può essere suddivisa, in relazione all’accidentalità del terreno ed alle quote dei piani finiti di fondazione.

Nel caso di opere eseguite in trincea, si intendono scavi di fondazione quelli eseguiti al di sotto del piano inferiore dello scavo di sbancamento.

Qualunque sia la loro natura, detti scavi debbono essere spinti, su motivato ordine scritto della Direzione Lavori, a profondità maggiori di quanto previsto in progetto, fino al rinvenimento del terreno dalla capacità portante ritenuta idonea. L’eventuale approfondimento non fornisce all’Appaltatore motivo alcuno per eccezioni e domande di speciali compensi.
Il fondo degli scavi deve risultare perfettamente piano o disposto a gradoni, secondo i profili di progetto o secondo quanto ordinato dalla Direzione Lavori.
In ogni caso, devono essere presi provvedimenti per evitare ristagni d’acqua sull’impronta delle fondazioni delle opere d’arte, come pure convogliamenti ed immissioni di acque superficiali di ruscellamento all’interno degli scavi aperti.
Le pareti degli scavi, come già detto, sono di norma verticali o subverticali; l’Appaltatore, occorrendo, deve sostenerle con idonee armature e sbatacchiature, rimanendo responsabile per ogni danno a persone e cose che possa verificarsi per smottamenti delle pareti e franamenti dei cavi.
Ove ragioni speciali non lo vietino, gli scavi possono essere eseguiti anche con pareti a scarpa, con pendenza minore di quella prevista nei disegni di progetto; in tal caso, nulla è dovuto per i maggiori volumi di scavo e riempimento eseguiti di conseguenza.
Resta inteso che la contabilizzazione dello scavo a sezione ristretta verrà computata considerando le pareti verticali lungo il perimetro dell’opera.

L'Appaltatore deve provvedere al riempimento dei vuoti residui degli scavi di fondazione intorno alle murature ed ai getti, fino alla quota prevista, con materiale idoneo adeguatamente costipato con mezzi che non arrechino danno alle strutture realizzate.
Per gli scavi di fondazione si applicano le norme previste dal D.M. 11/3/1988 (Suppl. ordinario alla G.U. 1/6/1988 n.127) e successivi aggiornamenti.

Resta comunque inteso che, nell'esecuzione di tutti gli scavi, l'Appaltatore deve provvedere, di sua iniziativa ed a sua cura e spese, ad assicurare e regolamentare il deflusso delle acque scorrenti sulla superficie del terreno, allo scopo di evitare il loro riversamento negli scavi aperti. Nel caso che ciò si verificasse resterebbe a suo carico la spesa per i necessari aggottamenti.

Qualora gli scavi debbano essere eseguiti in presenza di acqua, e questa si elevi negli scavi oltre 10 cm., L’Appaltatore dovrà provvedere all’esaurimento dell’acqua stessa coi mezzi che saranno ritenuti più opportuni.

L’Appaltatore provvederà, a sua cura e spesa, a togliere ogni impedimento, ogni causa di rigurgito che si opponesse così al regolatore deflusso delle acque, anche ricorrendo alla apertura di canali fugatori; analogamente l’Appaltatore dovrà adempiere agli obblighi previsti dalle leggi (Legge 10/5/1976 n. 319 e successivi aggiornamenti ed integrazioni , leggi regionali emanate in applicazione della citata legge) in ordine alla

tutela delle acque dall’inquinamento, all’espletamento delle pratiche per l’autorizzazione allo scarico nonché all’eventuale trattamento delle acque.

4.3. RINTERRI E/O BONIFICHE

Per rinterri si intendono i lavori di:

- bonifica di zone di terreno non idoneo, al disotto del piano di posa di manufatti e rilevati, effettuata mediante sostituzione dei terreni esistenti con materiale idoneo;

- riempimento di scavi relativi a fondazioni, trincee, cunicoli, pozzetti, etc. eseguiti in presenza di manufatti;

- sistemazione superficiale eseguita con o senza apporto di materiale.

Bonifica

a) La bonifica del terreno di appoggio del rilevato, nell'accezione più generale, dovrà essere eseguita fino alla quota prevista da progetto.

Se la natura del terreno attraversato fosse tale da rendere necessario, a giudizio esclusivo della Direzione dei Lavori, una esportazione del terreno in sito maggiore ai 20 cm di profondità o il conferimento di una maggiore quota al piano finito del rilevato stradale e quindi una maggiore altezza dello stesso sul piano di campagna od altri accorgimenti quali ad esempio minori inclinazioni delle scarpe, ecc., queste prescrizioni dovranno risultare da apposito ordine di servizio che sarà redatto in tre copie delle quali due saranno restituite firmate alla Direzione Lavori dall'Appaltatore in segno di ottemperanza; in mancanza di questi ordini di servizio, autorizzanti i lavori e gli accorgimenti adottati, le eventuali maggiori quantità di lavoro non verranno contabilizzate. Tutti gli ordini di servizio dovranno essere trasmessi al collaudatore; nessuno di essi potrà avere effetto retroattivo.
Nel caso la Direzione dei Lavori rilevasse con ordini di servizio come è stato detto, a suo insindacabile giudizio, la necessità di aumentare lo spessore di detti scavi, gli stessi verranno contabilizzati all'Appaltatore con l'articolo di elenco relativo agli scavi di sbancamento con la detrazione però del volume relativo agli scavi previsti da progetto.

Pertanto il terreno in sito, dovrà essere sostituito con materiale selezionato appartenente ai 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 non superiore a 50 cm (materiale sciolto) e compattato fino a raggiungere il 95% della massa volumica del secco massima ottenuta attraverso la prova di compattazione AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972).
Per il materiale dei gruppi A_{2-4} e A_{2-5} , gli strati dovranno avere spessore non superiore a 30 cm (materiale sciolto). Il modulo di deformazione dovrà risultare non inferiore a 20 MPa (nell'intervallo di carico compreso tra 0.05 e
0.15 N/mm^2)

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

Rinterri

RIEMPIMENTI
Il ripristino di cavi di fondazione intorno a strutture, il rinterro di cavi praticati nel corpo stradale per diversi scopi (ad esempio posa di sottoservizi), il riempimento a ridosso di murature ed opere di sostegno, presentano problemi speciali. La compattazione, generalmente difficoltosa per la ristrettezza degli spazi e per la delicatezza dei manufatti interessati, non deve giustificare rinuncia di sorta alle portanze prescritte.
Per questi motivi occorre impiegare materiale granulare selezionato, efficacemente sensibile al costipamento per vibrazione.

Il rinterro di scavi relativi a tubazioni interrate e cavi elettrici sarà effettuato con materiali sabbiosi (o comunque

con materiali che durante l'operazione di rinterro non danneggino dette installazioni).

Le terre trasportate mediante autocarri o mezzi simili, non debbono essere scaricate direttamente a ridosso dei cavi o al loro interno, ma depositate in loro vicinanza e successivamente poste in opera a strati per essere compattati con mezzi adatti.
L'Appaltatore deve evitare di realizzare rilevati e/o rinterri in corrispondenza di manufatti murari che non abbiano raggiunto sufficienti caratteristiche di resistenza. Inoltre, si deve evitare che i grossi rulli vibranti operino entro una distanza inferiore a 1,5 m dai paramenti delle strutture murarie. A tergo di tali strutture debbono essere impiegati mezzi di compattazione leggeri, quali piastre vibranti e rulli azionati a mano, avendo cura di garantire i requisiti di deformabilità e addensamento richiesti, operando su strati di spessore ridotto.
Nella formazione dei riempimenti ovvero di tratti di rilevato rimasti in sospeso per la presenza di tombini, canali, cavi, ecc., si deve garantire la continuità con la parte realizzata, impiegando materiali e livelli di compattazione identici. A ridosso delle murature dei manufatti, qualora in relazione alle caratteristiche dei terreni ed anche in aggiunta alle previsioni progettuali se ne ravvisi la necessità, la Direzione Lavori ha facoltà di ordinare là stabilizzazione a cemento dei rilevati mediante miscelazione in sito del legante con i materiali predisposti, privati però delle pezzature maggiori di 40 mm.
La stabilizzazione deve interessare una zona la cui sezione, lungo l'asse stradale, sia a forma trapezia, avente la base inferiore di 2,00 m, quella superiore pari a 2,00 m + 3/2 h e l'altezza h coincidente con quella del rilevato.
Il cemento, del tipo normale, va aggiunto in ragione di 25-50 kg/m^3 di materiale compattato; l'esatto quantitativo, entro i suddetti limiti, deve essere determinato sperimentalmente dall'Appaltatore e sottoposto all'approvazione della Direzione Lavori.
La miscela deve essere compattata fino al 95% della massa volumica massima del secco, ottenuta con energia AASHO Modificata (CNR 69/78), procedendo per strati di spessore non superiore a 30 cm.

Sistemazione superficiale
La sistemazione delle aree superficiali dovrà essere effettuata con materiali selezionati appartenenti esclusivamente ai gruppi A_1 ed A_3 (UNI-CNR 10006), , con spandimento a strati opportunamente compattato fino a raggiungere il 95% della massa volumica del secco massima ottenuta con energia AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), procedendo alla regolarizzazione delle pendenze secondo le indicazioni del progetto.
Il materiale appartenente al gruppo A_3 dovrà presentare un coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10}) maggiore o uguale a 7.

4.4. RILEVATI

Con il termine "rilevati" sono definite tutte le opere in terra destinate a formare il corpo stradale, le opere di presidio, i piazzali, nonché il piano d'imposta delle pavimentazioni .

Formazione del rilevato - Generalità, caratteristiche e requisiti dei materiali
Si considerano separatamente le seguenti categorie di lavori:
- Rilevati stradali;
- Rilevati realizzati in terra rinforzata;

La classificazione delle terre e la determinazione del loro gruppo di appartenenza sarà conforme alle norme CNR 10006, di cui alla Tabella 1 allegata.

Generalità
Fintanto che non siano state esaurite, per la formazione dei rilevati, tutte le disponibilità dei materiali idonei proveniente dagli scavi di sbancamento, di fondazione, le eventuali cave di prestito che l'Appaltatore volesse aprire, ad esempio per economia dei trasporti, saranno a suo totale carico. L'Appaltatore 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, in tutto o in parte, a cave di prestito.
La non idoneità al reimpiego del materiale di scavo o di parte di esso dovrà risultare da apposito verbale redatto dalla Direzione; nel verbale sarà indicato il motivo della non idoneità e sarà indicato il luogo scelto dall'Appaltatore per il deposito dei materiale a sua cura e spese.
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'Appaltatore potrà ricorrere al prelevamento di materie da cave di prestito, sempre che abbia preventivamente richiesto ed ottenuto l'autorizzazione da parte della Direzione dei Lavori.
È fatto obbligo all'Appaltatore di indicare le cave, dalle quali essa intende prelevare i materiali per la costruzione

dei rilevati, alla Direzione dei Lavori che si riserva la facoltà di fare analizzare tali materiali presso un Laboratorio Ufficiale, sempre a spese dell'Appaltatore.
Solo dopo che vi sia stato l'assenso della Direzione dei Lavori per l'utilizzazione della cava, l'Appaltatore è autorizzata a sfruttare la cava per il prelievo dei materiali da portare in rilevato.
L'accettazione della cava da parte della Direzione dei Lavori non esime l'Appaltatore dall'assoggettarsi, in ogni periodo di tempo, all'esame delle materie che dovranno corrispondere sempre a quelle di prescrizione e pertanto, ove la cava in seguito non si dimostrasse capace di produrre materiale idoneo per una determinata lavorazione, essa non potrà più essere coltivata.
Le cave di prestito, aperte a totale cura e spese dell'Appaltatore debbono inoltre essere coltivate in modo che tanto durante l'esecuzione degli scavi, quanto a scavo ultimato, non si abbiano a verificare frammenti o comunque condizioni pregiudizievoli per la salute ed incolumità pubblica, restando espressamente inteso che qualsiasi danno o anomalia dovesse essere arrecata ad Enti Pubblici o privati ed a proprietà di terzi, ricadrà ad esclusivo carico dell'Appaltatore, rimanendo la Società sollevata da qualsiasi responsabilità o molestia.
Per quanto riguarda le cave di prestito, l'Appaltatore, dopo aver ottenuto la necessaria autorizzazione da parte degli Enti preposti alla tutela del territorio, è tenuta a corrispondere le relative indennità ai proprietari di tali cave e 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 anche a quanto è prescritto dall'art 202 del T.U. delle leggi sanitarie 27 luglio 1934, n.1265 e delle successive modifiche; dal T.U. delle leggi sulla bonifica dei terreni paludosi 30 dicembre 1923, n.3267, successivamente assorbito dal testo delle norme sulla Bonifica Integrale approvato con R.D.13 febbraio 1933, n.215 e successive modifiche.
Sarà a carico dell'Appaltatore l'apertura e la manutenzione delle strade di servizio e la buona conservazione di quelle esistenti sulle quali farà transitare i veicoli con i materiali estratti.

Rilevati stradali

I rilevati saranno eseguiti con le esatte forme e dimensioni indicate nei disegni di progetto e non dovranno superare la quota del piano di appoggio della fondazione stradale (sottofondo) .
Nella formazione dei rilevati saranno innanzitutto impiegate le materie provenienti da scavi di sbancamento, di fondazione od in galleria.

Impiego di terre appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3

Dovranno essere impiegati materiali appartenenti ai gruppi A_1, A_{2-4}, A_{2-5}, A_3, il materiale appartenente al gruppo A_3 dovrà presentare un coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10}) maggiore o uguale a 7.
Per l'ultimo strato di 30 cm dovranno essere impiegati materiali appartenenti esclusivamente ai gruppi A_1-a e A_3 (per le terre appartenenti al gruppo A_3 vale quanto già detto in precedenza).
I materiali impiegati dovranno essere del tutto esenti da frazioni o componenti vegetali, organiche e da elementi solubili, gelivi o comunque instabili nel tempo, non essere di natura argillo-scistosa nonché alterabili o molto fragili.
L'impiego di rocce frantumate è ammesso nella restante parte del rilevato, se di natura non geliva, se stabili con le variazioni del contenuto d'acqua e se tali da presentare pezzature massime non eccedenti i 20 cm, nonché di soddisfare i requisiti già precedentemente richiamati.
Di norma la dimensione delle massime pezzature ammesse non dovrà superare i due terzi dello spessore dello strato compattato.
Il materiale a pezzatura grossa (compreso tra i 7,1 ed i 20 cm) deve essere di pezzatura disuniforme e non deve costituire più del 30% del volume del rilevato; in particolare dovrà essere realizzato un accurato intasamento dei vuoti, in modo da ottenere, per ogni strato, una massa ben assestata e compattata.
Nel caso si utilizzino rocce tufacee, gli scapoli dovranno essere frantumati completamente, con dimensioni massime di 10 cm.
A compattazione avvenuta i materiali dovranno presentare una massa volumica del secco pari o superiore al 90% della massa volumica del secco massima individuata dalle prove di compattazione AASHO Mod. (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), e/o un modulo di deformabilità non minore di 20 MPa (nell'intervallo di carico compreso tra 0.05 e 0.15 N/mm^2) (CNR 146 - 1992) , salvo per l'ultimo strato di 30 cm costituente il piano di posa della fondazione della pavimentazione, che dovrà presentare un grado di costipamento pari o superiore al 95% e salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate, in sede di progettazione, dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato e della pavimentazione stradale in trincea, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) dovrà risultare non inferiore a:

60 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,15 - 0.25 da N/mm^2 sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale sia in rilevato che in trincea;
30 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm^2 sul piano di posa del rilevato posto a 1,00 m da quello della fondazione della pavimentazione stradale;
15 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm^2 sul piano di posa del rilevato posto a 2,00 m, o più ,da

quello della fondazione della pavimentazione stradale.
La variazione di detti valori al variare della quota dovrà risultare lineare.
Per altezze di rilevato superiori a 2 m potranno essere accettati valori inferiori a 15 MPa sempre che sia garantita la stabilità dell'opera e la compatibilità dei cedimenti, sia totali che differenziali, e del loro decorso nel tempo.
Le caratteristiche di deformabilità dovranno essere accertate in modo rigoroso e dovranno essere garantite, anche a lungo termine, nelle condizioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli.
Su ciascuna sezione trasversale i materiali impiegati per ciascuno strato dovranno essere dello stesso gruppo.
Nel caso di rilevati aventi notevole altezza, e comunque secondo quanto stabilito negli elaborati progettuali, dovranno essere realizzate banchine di scarpata della larghezza di 2 m a quota idonea e comunque ad una distanza verticale dal ciglio del rilevato non superiore a 6 m.
Le scarpate dovranno avere pendenze non superiori a quelle previste in progetto ed indicate nei corrispondenti elaborati.
Quando siano prevedibili cedimenti del piano di appoggio dei rilevati superiori ai 15 cm, l'Appaltatore sottoporrà alla Direzione Lavori un piano per il controllo dell'evoluzione dei cedimenti.
La posa in opera delle apparecchiature necessarie a tale scopo, e il rilevamento dei cedimenti saranno eseguite a cura e spese dell'Appaltatore in accordo con la Direzione Lavori.
In ogni caso l'Appaltatore dovrà provvedere a reintegrare i maggiori volumi di rilevato per il raggiungimento della quota di progetto ad avvenuto esaurimento dei cedimenti.
La costruzione del rilevato dovrà essere programmata in maniera tale che il cedimento residuo da scontare, terminati i lavori, non sia superiore al 10% del cedimento teorico a fine consolidazione e comunque non superiore ai 5 cm.
Ogni qualvolta i rilevati dovranno poggiare su declivi con pendenza superiore al 20%, ultimata l'asportazione del terreno vegetale e fatta eccezione per diverse e più restrittive prescrizioni derivanti dalle specifiche condizioni di stabilità globale del pendio, si dovrà procedere all'esecuzione di una gradonatura con banche in leggera contropendenza (1% - 2%) e alzate verticali contenute in altezza.
Nel caso di allargamento di un rilevato esistente, si dovrà ritagliare, con ogni cautela , a gradoni orizzontali il terreno costituente il corpo del rilevato sul quale verrà addossato il nuovo materiale, con la cura di procedere per fasi, in maniera tale da far seguire ad ogni gradone (altezza massima 50 cm) la stesa del corrispondente nuovo strato, di analoga altezza ed il suo costipamento, consentendo nel contempo l'eventuale viabilità del rilevato esistente.
L'operazione di gradonatura sarà preceduta dalla rimozione dello strato di terreno vegetale a protezione del rilevato esistente, che sarà accantonato se ritenuto idoneo , o portato a rifiuto, se inutilizzabile.
Anche il materiale di risulta proveniente dallo scavo dei gradoni al di sotto della coltre vegetale superficiale, sarà accantonato se ritenuto idoneo e riutilizzato per la costruzione del nuovo rilevato, o portato a rifiuto se inutilizzabile.

Impiego di terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7

Saranno impiegate terre appartenenti ai gruppi A_{2-6}, A_{2-7}, solo se provenienti dagli scavi e previste nel progetto.
Il loro utilizzo è previsto per la formazione di rilevati, soltanto al di sotto di 2,0 m dal piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale, previa predisposizione di uno strato anticapillare di spessore non inferiore a 30 cm.
Il grado di costipamento e la umidità con cui costipare i rilevati formati con materiale dei gruppi in oggetto, dovranno essere preliminarmente determinati dall'Appaltatore e sottoposti alla approvazione della Direzione Lavori, attraverso una opportuna campagna sperimentale.
In ogni caso lo spessore degli strati sciolti non dovrà superare 30 cm ed il materiale dovrà essere convenientemente disaggregato.

Impiego di terre appartenenti ai gruppi A4, A5,A6,A7

Per quanto riguarda le terre provenienti da scavi di sbancamento e di fondazione appartenenti ai gruppi A_4, A_5, A_6, A_7 si esaminerà, di volta in volta, l'eventualità di portarlo a rifiuto ovvero di utilizzarlo previa idonea correzione (a calce e/o cemento), attraverso una opportuna campagna sperimentale.

I rilevati con materiali corretti potranno essere eseguiti dietro ordine della Direzione dei Lavori solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali del corpo stradale.
In ogni caso lo spessore degli strati sciolti non dovrà superare 30 cm.

Costruzione del rilevato

Formazione dei piani di posa dei rilevati e della sovrastruttura stradale in trincea o in rilevato (sottofondo).

Configurazione

Immediatamente prima della costruzione del rilevato, l'Appaltatore deve procedere alla rimozione ed all'asportazione della terra vegetale, facendo in modo che il piano di imposta risulti quanto più regolare possibile, privo di avvallamenti e, in ogni caso, tale da evitare il ristagno di acque piovane. Durante i lavori di scoticamento si deve evitare che i mezzi possano rimaneggiare i terreni di impianto.

Ogni qualvolta i rilevati debbano poggiare su declivi con pendenza superiore al 15% circa, anche in difformità del progetto il piano particolareggiato delle lavorazioni prevederà che, ultimata l'asportazione del terreno vegetale, fatte salve altre più restrittive prescrizioni derivanti dalle specifiche condizioni di stabilità globale del pendio, si deve procedere alla sistemazione a gradoni del piano di posa dei rilevati con superfici di appoggio eventualmente in leggera pendenza. Per la continuità spaziale delle gradonature si deve curare, inoltre, che le alzate verticali si corrispondano, mantenendo costante la loro distanza dall'asse stradale. Inoltre, le gradonature debbono risultare di larghezza contenuta, compatibilmente con le esigenze di cantiere e le dimensioni delle macchine per lo scavo. In corrispondenza di allargamenti di rilevati esistenti il terreno costituente il corpo del rilevato, sul quale addossare il nuovo materiale, deve essere ritagliato a gradoni orizzontali, avendo cura di procedere per fasi, in maniera tale da far seguire ad ogni gradone (di alzata non superiore a 50 cm) la stesa ed il costipamento del corrispondente strato di ampliamento di pari altezza.

L'operazione di gradonatura deve essere sempre preceduta dalla rimozione dello strato di terreno vegetale e deve essere effettuata immediatamente prima della costruzione del rilevato, per evitare l'esposizione alle acque piovane dei terreni denudati.

La regolarità del piano di posa dei rilevati, previa ispezione e controllo, deve essere approvata da parte della Direzione Lavori che, nell'occasione e nell'ambito della discrezionalità consentita, può richiedere l'approfondimento degli scavi di sbancamento, per bonificare eventuali strati di materiali torbosi o coesivi (di portanza insufficiente o suscettibili di futuri cedimenti), o anche per asportare strati di terreno rimaneggiati o rammolliti per inadeguata organizzazione dei lavori e negligenza da parte dell'Appaltatore.

Terreni cedevoli

Quando siano prevedibili cedimenti eccedenti i 15 cm dei piani di posa dei rilevati, l'Appaltatore deve prevedere nel piano dettagliato un programma per il loro controllo ed il monitoraggio per l'evoluzione nel tempo. La posa in opera delle apparecchiature necessarie (piastre assestimetriche) e le misurazioni dei cedimenti sono eseguite a cura dell'Appaltatore, secondo le indicazioni della Direzione dei lavori.

La costruzione del rilevato deve essere programmata in maniera tale che il cedimento residuo ancora da scontare, al termine della sua costruzione, risulti inferiore al 10% del cedimento totale stimato e comunque minore di 5 cm.

L'Appaltatore è tenuto a reintegrare i maggiori volumi di rilevato per il raggiungimento delle quote di progetto, ad avvenuto esaurimento dei cedimenti, senza per ciò chiedere compensi aggiuntivi.

Requisiti di portanza

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni, motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione (o altrimenti detto di compressibilità) Md, determinato sul piano di posa (naturale o bonificato), secondo la norma CNR 146/92, al primo ciclo di carico, nell'intervallo compreso tra 0,05÷0,15 N/mm^2 deve risultare non inferiore a:

- 15 N/mm^2 (valore minimo per consentire il corretto costipamento degli strati soprastanti), quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è maggiore di 2,00 m;
- 20 N/mm^2, quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è compresa tra 1,00 e 2,00 m;
- 30 N/mm^2, quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è compresa tra 0.50 e 1,00 m;

Per distanze inferiori a 0.50 m si applicano i requisiti richiesti ai sottofondi.

Le caratteristiche di portanza del piano di posa del rilevato devono essere accertate in condizioni di umidità rappresentative delle situazioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli, di lungo termine, con la frequenza stabilita dalla Direzione Lavori in relazione all'importanza dell'opera, all'omogeneità del terreno di posa e, comunque, in misura non inferiore ad una prova ogni 5000 m^2. Per i materiali a comportamento "instabile" (collassabili, espansivi, gelivi, etc.) la determinazione del modulo di deformazione viene effettuata in condizioni sature.

A rullatura eseguita la massa volumica in sito dovrà risultare come segue:

almeno pari al 90% della massa volumica massima AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), sul piano di posa dei rilevati;

almeno pari al 95% della massa volumica massima AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), sul piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale .

Laddove le peculiari caratteristiche dei terreni in posto (materiali coesivi o semicoesivi, saturi o parzialmente saturi) rendessero inefficace la rullatura e non si pervenisse a valori del modulo di deformazione accettabili e compatibili con la funzionalità e la sicurezza del manufatto , la Direzione Lavori, sentito il Progettista, potrà ordinare un intervento di bonifica di adeguato spessore, con l'impiego di materiali idonei adeguatamente miscelati e compattati secondo le disposizioni precisate in precedenza.

Strato di transizione (Rilevato-Terreno)
Quando previsto in progetto, in relazione alle locali caratteristiche idrogeologiche, alla natura dei materiali costituenti il rilevato, allo scopo di migliorare le caratteristiche del piano di imposta del rilevato, verrà eseguita:

la stesa di uno strato granulare con funzione anticapillare (in terre naturali) secondo le disposizioni precisate nel seguito;
la stesa di uno strato di geotessile " non tessuto" secondo le disposizioni precisate nel seguito.

Strati anticapillari
Gli strati anticapillari sono strati di rilevato costituiti da materiali granulari ad alta permeabilità eventualmente protetti da geotessili con funzione anticontaminante.

Strati in terre naturali
Lo strato anticapillare in materiale naturale, dello spessore generalmente compreso tra 30 e 50 cm, deve essere costituito da terre granulari (ghiaia, ghiaietto ghiaino), con granulometria compresa tra 2 e 50 mm, con passante al setaccio da 2 mm non superiore al 15% in peso e, comunque, con un passante al setaccio 0,075 mm non superiore al 3%.
Il materiale deve risultare del tutto esente da componenti instabili (gelive, tenere, solubili, etc.) e da resti vegetali; è ammesso l'impiego di materiali frantumati ovvero riciclati.
Salvo maggiori e più restrittive verifiche, il controllo qualitativo dello strato anticapillare va effettuato mediante analisi granulometriche da eseguirsi in ragione di almeno 1 prova ogni 100 m^3 di materiale posto in opera.

Geotessile
Caratteristiche del Prolipropilene

CARATTERISTICHE TECNICHE	POLIPROPILENE
Massa volumica ($g/cm^{3)}$	0,90
Punto di rammollimento (K)	413
Punto di fusione (K)	443 ÷ 448
Punto di umidità % (al 65% di umidità relativa)	0,04
Resistenza a trazione (N/5cm)	1900

I geotessili sono costituiti, salvo diversa prescrizione specifica, da tessuto non tessuto, a caratteristiche il più possibile isotrope, ottenuto da fibre 100% polipropilene o poliestere di prima qualità (con esclusione di fibre riciclate), agglomerate principalmente mediante sistema di agugliatura meccanica, con esclusione di collanti, resine, additivi chimici e/o processi di termofusione, termocalandratura e termolegatura, salvo che per processi di finitura del prodotto. I geotessili sono denominati a filo continuo quando il filamento ha lunghezza teoricamente illimitata; a fiocco quando la lunghezza del filamento varia da 20 a 100 mm.

I geotessili debbono presentare superficie scabra, essere imputrescibili ed atossici, essere resistenti ai raggi ultravioletti (se destinati a permanere all'aperto per più di 12 ore) ai solventi, alle reazioni chimiche che si producono nel terreno, alle cementazioni naturali, all'azione di microrganismi, nonché essere antinquinanti ed isotropi.
Debbono essere forniti in rotoli di larghezza la più ampia possibile, in relazione alle modalità di impiego. Il materiale, del peso previsto in progetto per l'impiego specifico, deve rispondere ai requisiti minimi riportati in Tabella 1.2:

Tabella 1.2

Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Peso	UNI 5114	g/m^2	≥300 g/m^2
Resistenza a trazione su striscia di cm 5, in N	UNI 8639	kN/m	19
Allungamento, in %	UNI 8639	%	60
Lacerazione, in N	UNI 8279/9	kN/m	0,5
Punzonamento, in N	UNI 8279/14	KN	3,1
Permeabilità radiale all'acqua, in cm/s	UNI 8279/13	cm/s	0,8
Dimensione della granulometria passante per filtrazione idrodinamica, corrispondente a quella del 95% in peso degli elementi di terreno che attraversano il geotessile.		□m	< 100
Spessore	UNI 8279/2	mm	
Resistenza alla perforazione con il metodo della sfera	UNI 8279/11	MPa	
Comportamento nei confronti di batteri e funghi	UNI 8986		
Creep nullo al 25% del carico di rottura ed un allungamento sotto carico di esercizio pari al 2%-9%			

La campionatura deve essere eseguita, per ciascuna fornitura omogenea, secondo la Norma UNI 8279/Parte 1. I prelievi dei campioni sono eseguiti a cura dell'Appaltatore sotto il controllo della Direzione Lavori. Le prove devono essere effettuate presso Laboratori riconosciuti dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. preliminarmente su materiali approvvigionati in cantiere prima del loro impiego, successivamente su materiali prelevati durante il corso dei lavori.
Qualora risultassero valori inferiori a quelli stabiliti, anche da una sola delle prove di cui sopra, la partita deve essere rifiutata e l'Appaltatore deve allontanarla immediatamente dal cantiere.
Il piano di stesa del geotessile deve essere perfettamente regolare, la giunzione dei teli deve essere realizzata mediante sovrapposizione per almeno 30 cm, sia in senso longitudinale, sia in senso trasversale.
I teli non debbono essere in alcun modo esposti al diretto passaggio dei mezzi di cantiere prima della loro totale copertura con materiale da rilevato per uno spessore di almeno 30 cm.

Stesa dei materiali

Per evitare disomogeneità dovute alle segregazione che si verifica durante lo scarico dai mezzi di trasporto, il materiale deve essere depositato subito a monte del posto d'impiego, per esservi successivamente riportato dai mezzi di stesa.
La granulometria dei materiali costituenti i differenti strati del rilevato deve essere il più omogenea possibile. In particolare, deve evitarsi di porre in contatto strati di materiale roccioso, a granulometria poco assortita o uniforme (tale, cioè, da produrre nello strato compattato elevata percentuale dei vuoti), a strati di terre a grana più fine che, durante l'esercizio, per effetto delle vibrazioni prodotte dal traffico, possano penetrare nei vuoti degli strati sottostanti, provocando cedimenti per assestamento del corpo del rilevato.
Durante le fasi di lavoro si deve garantire il rapido deflusso delle portate meteoriche conferendo agli strati pendenza trasversale non inferiore al 4%.
In presenza di paramenti di massicci in terra rinforzata o di muri di sostegno, in genere, la pendenza deve assicurare l'allontanamento delle acque dai manufatti.
Ciascuno strato può essere messo in opera, pena la rimozione, soltanto dopo avere accertato, mediante prove di controllo, l'idoneità dello strato precedente.

Lo spessore sciolto di ogni singolo strato è stabilito in ragione delle caratteristiche dei materiali, delle macchine e delle modalità di compattazione del rilevato, sperimentate in campo prove, secondo le indicazioni riportate nel paragrafo 1.2.2.
Lo spessore di stesa di norma deve risultare non inferiore a due volte la dimensione massima della terra impiegata ($s > 2D_{max}$) .
In ogni caso, la terra non deve presentare elementi di dimensioni maggiori di 500 mm; questi debbono essere, pertanto, scartati nel sito di prelievo, prima del carico sui mezzi di trasporto.

Lo spessore non dovrà risultare superiore ai seguenti limiti:
50 cm per rilevati formati con terre appartenenti ai gruppi A_1, A_{2-4}, A_{2-5}, A_3 o con rocce frantumate;
40 cm per rilevati in terra rinforzata;
30 cm per rilevati eseguiti con terre appartenenti ai gruppi A_{2-6}, A_{2-7}.

Nel rispetto delle previsioni di progetto e delle disposizioni che possono essere date in corso d'opera dalla Direzione Lavori, circa la massima utilizzazione delle risorse naturali impegnate dall'intervento, l'Appaltatore è tenuta a fornire e, quindi, ad impiegare mezzi di costipamento adeguati alla natura dei materiali da mettere in

opera e, in ogni caso, tali da permettere di ottenere i requisiti di densità e di portanza richiesti per gli strati finiti.

Per quanto riguarda l'attitudine dei mezzi di costipamento in relazione alla natura dei materiali da impiegarsi occorre considerare che:

– i rulli a piedi costipanti ed a segmenti sono d'impiego specifico per le terre fini coerenti;

– i rulli a griglia sono d'impiego specifico per le rocce tenere o, comunque, per i materiali per i quali è possibile correggere la granulometria per frantumazione degli elementi di maggiore dimensione;

–i rulli lisci vibranti sono particolarmente adatti per le terre granulari (A1, A2 e A3) e, se molto pesanti, per i detriti di falda contenenti elementi di grosse dimensioni e, in una certa misura, per quelli provenienti da scavi in roccia;

– i rulli gommati sono mezzi versatili e polivalenti; in relazione alle possibilità di variare il peso e la pressione di gonfiaggio dei pneumatici si prestano sia per le terre fini, sia per le terre granulari, sia anche, nel caso di mezzi molto pesanti, per le terre contenenti grossi elementi (detriti di falda);

– i rulli lisci statici vanno utilizzati esclusivamente per la finitura degli strati preliminarmente compattati con i rulli a piedi o con quelli gommati, per regolarizzare la superficie.

Per il migliore rendimento energetico dei mezzi di costipamento è opportuno sceglierne la tipologia più idonea ed operare con umidità prossima a quella ottimale determinata in laboratorio mediante la prova AASHO (CNR 69/78).

L'attitudine delle macchine di costipamento deve essere verificata in campo prova per ogni tipo di materiale che si prevede di impiegare. La loro produzione, inoltre, deve risultare compatibile con quella delle altre fasi (scavo, trasporto e stesa) e con il programma temporale stabilito nel piano particolareggiato dei movimenti di materia (cfr.1.2.).

Quando, in relazione all'entità ed alla plasticità della frazione fine, l'umidità supera del 15-20% il valore ottimale, l'Appaltatore deve mettere in atto i provvedimenti necessari a ridurla (favorendo l'evapotraspirazione) per evitare rischi di instabilità meccanica e cadute di portanza che possono generarsi negli strati, a seguito di compattazione ad elevata energia di materiali a gradi di saturazione elevati (generalmente maggiori del 85-90%, secondo il tenore in fino e la plasticità del terreno). In condizioni climatiche sfavorevoli è indispensabile desistere dall'utilizzo immediato di tali materiali.

Le macchine di costipamento, la loro regolazione (velocità, peso, pressione di gonfiaggio dei pneumatici, frequenza di vibrazione, ecc.), gli spessori degli strati ed il numero di passaggi debbono rispettare le condizioni stabilite nel corso della sperimentazione in campo prova. In ogni caso l'efficacia del processo ed il conseguimento degli obiettivi restano nell'esclusiva responsabilità dell'Appaltatore.

Se non occorre modificare il contenuto d'acqua, una volta steso il materiale, lo strato deve essere immediatamente compattato.

In ogni caso non sarà consentito eseguire il costipamento a secco del materiale.

La compattazione deve assicurare sempre un addensamento uniforme all'interno dello strato.

Per garantire una compattazione uniforme, anche lungo i bordi del rilevato, le scarpate debbono essere riprofilate, una volta realizzata l'opera, rimuovendo i materiali eccedenti la sagoma di progetto. La stesa ed il costipamento del materiale, pertanto, deve considerare una sovralarghezza di almeno 0,50 m, per entrambi i lati del rilevato. Salvo diverse prescrizioni motivate in sede di progetto, i controlli di qualità degli strati finiti, effettuati mediante misure di densità e di portanza, debbono soddisfare i requisiti indicati nel successivo paragrafo 1.5 "Controlli ". Durante la costruzione dei rilevati occorre disporre in permanenza di apposite squadre e mezzi di manutenzione per rimediare ai danni causati dal traffico di cantiere oltre a quelli dovuti alla pioggia e al gelo.

Il tipo, le caratteristiche e il numero dei mezzi di compattazione nonché le modalità esecutive di dettaglio (numero di passate, velocità operativa, frequenza) dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori.

In presenza di paramenti flessibili e murature laterali, la compattazione a tergo delle opere dovrà essere tale da escludere una riduzione nell'addensamento e nel contempo il danneggiamento delle opere stesse.

Le terre trasportate mediante autocarri o mezzi simili non dovranno essere scaricate direttamente a ridosso delle murature, ma dovranno essere depositate in loro vicinanza e successivamente predisposte in opera con mezzi adatti, per la formazione degli strati da compattare.

Si dovrà inoltre evitare di realizzare rilevati e/o rinterri in corrispondenza di realizzazioni in muratura che non abbiano raggiunto le sufficienti caratteristiche di resistenza.

Nel caso di inadempienza delle prescrizioni precedenti sarà fatto obbligo all'appaltatore, ed a suo carico, di effettuare tutte le riparazioni e ricostruzioni necessarie per garantire la sicurezza e la funzionalità dell'opera.

Inoltre si dovrà evitare che i grossi rulli vibranti operino entro una distanza inferiore a 1,5 m dai paramenti della terra rinforzata o flessibili in genere.

A tergo dei manufatti si useranno mezzi di compattazione leggeri quali piastre vibranti, rulli azionati a mano, provvedendo a garantire i requisiti di deformabilità e addensamento richiesti anche operando su strati di spessore ridotto.
Nella formazione di tratti di rilevato rimasti in sospeso per la presenza di tombini, canali, cavi, ecc. si dovrà garantire la continuità con la parte realizzata impiegando materiali e livelli di compattazione identici.
A ridosso delle murature dei manufatti la DIREZIONE LAVORI ha facoltà di ordinare la stabilizzazione a cemento dei rilevati mediante miscelazione in sito del legante con i materiali costituenti i rilevati stessi, privati però delle pezzature maggiori di 40 mm.
Il cemento sarà del tipo normale ed in ragione di 25-50 kg/m^3 di materiale compattato.
La Direzione Lavori prescriverà il quantitativo di cemento in funzione della granulometria del materiale da impiegare.
La miscela dovrà essere compattata fino al 95% della massa volumica del secco massima, ottenuta con energia AASHO Modificata (CNR 69 -1978), (CNR 22 - 1972), procedendo per strati di spessore non superiore a 30 cm. Tale stabilizzazione a cemento dei rilevati dovrà interessare una zona la cui sezione, lungo l'asse stradale, sarà a forma trapezia avente la base inferiore di 2,00 m, quella superiore pari a 2,00 m + 3/2 h e l'altezza h coincidente con quella del rilevato.
Durante la costruzione dei rilevati si dovrà disporre in permanenza di apposite squadre e mezzi di manutenzione per rimediare ai danni causati dal traffico di cantiere oltre a quelli dovuti alla pioggia e al gelo.

Protezione

Si deve garantire la sistematica e tempestiva protezione delle scarpate mediante la stesa di uno strato di terreno vegetale di circa 30 cm di spessore; questo andrà sistemato a strisce orizzontali, opportunamente assestato, seguendo progressivamente la costruzione del manufatto. Per la sua necessaria ammorsatura si debbono predisporre gradoni di ancoraggio, salvo il caso in cui rivestimento venga eseguito contemporaneamente alla formazione del rilevato stesso. Il terreno vegetale deve essere tale da assicurare il pronto attecchimento e sviluppo del manto erboso, seminato tempestivamente, con essenze (erbe ed arbusti del tipo previsto in progetto) scelte per ottenere i migliori risultati in relazione al periodo operativo ed alle condizioni locali.
La semina deve essere ripetuta fino ad ottenere un adeguato ed uniforme inerbimento.
Qualora si dovessero manifestare erosioni di sorta, l'Appaltatore deve provvedere al ripristino delle zone ammalorate a sua cura e spese.
Nel caso in cui si preveda un'interruzione dei lavori di costruzione del rilevato di più giorni, l'Appaltatore è tenuto ad adottare ogni provvedimento per evitare infiltrazioni di acque meteoriche nel corpo del rilevato. Allo scopo, le superfici, ben livellate e compattate, debbono risultare sufficientemente chiuse e presentare pendenza trasversale non inferiore al 6%.
Se nei rilevati dovessero avvenire cedimenti differiti, dovuti a carenze costruttive, l'Appaltatore è obbligato ad eseguire a sue spese i lavori di ricarico, rinnovando, ove occorra, anche la sovrastruttura stradale.
Nel caso di sospensione prolungata della costruzione, alla ripresa delle lavorazioni la parte di rilevato già eseguita deve essere ripulita dalle erbe e dalla vegetazione che vi si fosse insediata; inoltre lo strato superiore deve essere scarificato, praticandovi dei solchi, per il collegamento dei nuovi strati; è prudente in questo caso ripetere le prove di controllo dell'addensamento e della portanza.
Qualora si dovessero costruire dei rilevati non stradali (argini di contenimento), i materiali provenienti da cave di prestito potranno essere solo del tipo A_6 e A_7.
Restando ferme le precedenti disposizioni sulla compattazione.

Condizioni climatiche

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 (es.: pietrame).
Nella esecuzione dei rilevati con terre ad elevato contenuto della frazione coesiva si procederà, per il costipamento, mediante rulli a punte e carrelli pigiatori gommati. che consentono di chiudere la superficie dello strato in lavorazione in caso di pioggia.
Alla ripresa del lavoro la stessa superficie dovrà essere convenientemente erpicata provvedendo eventualmente a rimuovere lo strato superficiale rammollito.

Sottofondo

Il sottofondo è il volume di terra nel quale risultano ancora sensibili le sollecitazioni indotte dal traffico stradale e trasmesse dalla pavimentazione; rappresenta la zona di transizione fra il terreno in sito (nelle sezioni in trincea o a raso campagna) ovvero tra il rilevato e la pavimentazione.

Per assicurare i requisiti richiesti ai sottofondi delle pavimentazioni stradali, particolarmente per quanto riguarda

la portanza (nello spazio e nel tempo) e la regolarità della superficie finita, è necessario prevedere la sistemazione dei sottofondi, generalmente, mediante la realizzazione di uno strato di caratteristiche idonee a coniugare le imperfezioni e l'eterogeneità dei movimenti di terra con l'omogeneità richiesta, invece, per la posa in opera della pavimentazione.
Questo strato (strato più superficiale del rilevato o bonifica del fondo naturale di trincea su cui poggia la pavimentazione), detto "strato di sottofondo" deve consentire, inoltre, per mezzo delle sue proprietà fisiche e meccaniche e tenuto conto dello spessore:

- di conferire al supporto della pavimentazione, in ogni suo punto, una portanza sufficiente a garantire i livelli di stabilità e di funzionalità ammessi in progetto per la soprastruttura (omogeneizzazione della portanza);
- di proteggere, in fase di costruzione, gli strati sottostanti dall'infiltrazione d'acqua di pioggia e, durante l'esercizio, lo strato di fondazione soprastante dalle risalite di fino inquinante; quest'ultima funzione può essere assegnata ad uno strato ad hoc (in sabbia) o ad un geotessile non tessuto.

In termini generali, lo spessore totale dello strato di sottofondo (da realizzare, a seconda dei casi, con la stesa ed il costipamento di uno o più strati) dipende dalla natura del materiale utilizzato, dalla portanza del supporto e da quella assunta in progetto per il piano di posa della soprastruttura.
Per la scelta del materiale e per i provvedimenti costruttivi occorre tenere conto, inoltre, dei rischi d'imbibizione dello strato (derivanti dalla presenza di una falda superficiale), delle condizioni climatiche previste in fase costruttiva (precipitazioni) ed in fase di esercizio (gelo), nonché del prevedibile traffico dei mezzi di cantiere e delle necessità connesse alla costruzione della pavimentazione.

Materiali costituenti

Per la formulazione del programma dettagliato delle lavorazioni dei movimenti di terra occorre considerare che non tutti i materiali adottati per la costruzione dei rilevati possono essere impiegati per realizzare strati di sottofondo:

- in ogni caso, la regolarità richiesta per il piano di posa della pavimentazione porta ad escludere materiali con elementi maggiori di D=100 mm;
- nel caso in cui si impieghino materiali non legati, per ottenere le proprietà meccaniche e l'impermeabilità richieste per gli strati, occorre utilizzare terre granulari, con assortimento granulometrico ben graduato (curve compatte), costituite preferibilmente da elementi a spigoli vivi, dotate di poco fino (passante allo 0,075 mm minore del 12%) e non plastiche (IP<6).

I tout-venant di cava ed i misti di fiume (naturali o corretti granulometricamente), con granulometria 0/100 mm ben assortita, appartenenti al gruppo A_{1-a} della classificazione CNR-UNI 10006, si prestano bene a costituire ottimi strati di sottofondo.
Fatte salve soluzioni differenti da giustificarsi sotto il profilo tecnico ed economico, possono essere impiegate, altresì, anche senza trattamento con legante, terre con indice di gruppo IG = 0, purché prive di elementi maggiori di D>100 mm e rispondenti ai requisiti di portanza appresso indicati.
Inoltre, nel rispetto delle dimensioni massime sopra specificate, possono essere impiegate:

- terre dei gruppi A_{1-b}, A_{2-4} ed A_{2-5}, con passante allo 0.075 mm maggiore del 12%, previa stabilizzazione a cemento od a calce-cemento;
- terre dei gruppi A_{2-6} ed A_{2-7} con una percentuale di fino maggiore al 5% previa stabilizzazione mista (a calce e cemento) od a sola calce.
- limi dei gruppi A_4 ed A_5 previa stabilizzazione a calce e cemento, nonché le argille dei gruppi A_6 ed A_7, dotate di plasticità non eccessivamente elevata (IP< 25%), previa stabilizzazione con sola calce.

Nel caso in cui le prove di portanza CBR di laboratorio risultino significative (materiale con dimensioni inferiori a 20 mm), l'idoneità all'impiego della terra può essere accettata se essa presenta valori di indice di portanza CBR (energia AASHO Modificata) non inferiori a quanto appresso specificato:

a) nel caso di sottofondi costituiti da terreni granulari, clima asciutto, assenza di rischi d'imbibizione per infiltrazione laterale o dall'alto o per risalita capillare:
CBR = 20 ($w = w_{opt} \pm 2$ %; senza immersione);

b) per sottofondi costituiti da terreni granulari, nel caso in cui una delle condizioni sopracitate venga a mancare:
CBR = 20 ($w = w_{opt} \pm 2$ %; 4 giorni di immersione);

c) nel caso di sottofondi costituiti da terreni limo-argillosi o in presenza di drenaggi insufficienti: CBR = 20 ($w = w_{opt} \pm 2$ %; saturazione completa).

Infine, possono essere utilizzate per la formazione degli strati di sottofondo terre stabilizzate a cemento, a calce o a calce e cemento, e materiali provenienti da demolizione, nonché rocce tenere in disfacimento e/o autocementanti.

In questi ultimi casi, l'attitudine all'impiego deve essere valutata o mediante prove CBR di laboratorio, verificando il rispetto dei valori di portanza sopra indicati, ovvero attraverso misure di modulo di deformazione Md sugli strati posti in opera, nel rispetto dei requisiti indicati in Tabella 1.11 (cfr. § 1.5).

Per un rapido allontanamento delle acque meteoriche i piani di sottofondo debbono essere sistemati con falde pendenti verso l'esterno (in rilevato) o verso le opere di raccolta delle acque, con pendenza trasversale non inferiore al 4%.

5.0. SPECIFICA DI CONTROLLO

Disposizioni generali

La seguente specifica si applica ai vari tipi di rilevato costituenti l'infrastruttura stradale e precedentemente esaminati.

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e, più specificatamente, quella di progetto quale disegni, specifiche tecniche, ecc.; sono altresì comprese tutte le norme tecniche vigenti in materia.

L'Appaltatore per poter essere autorizzata ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, terre, calci, cementi, etc.) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire, prima dell'impiego, alla Direzione Lavori, i relativi Certificati di Qualità rilasciati da un Laboratorio Ufficiale.
Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza e alla individuazione dei singoli materiali o loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o di fornitura in un rapporto a dosaggi e composizioni proposte.
I certificati che dovranno essere esibiti tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti anche se gestiti da terzi, avranno una validità biennale.
I certificati dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

La procedura delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come minima e dovrà essere infittita in ragione della discontinuità granulometrica dei materiali portati a rilevato e della variabilità nelle procedure di compattazione.

L'Appaltatore è obbligato comunque ad organizzare per proprio conto, con personale qualificato ed attrezzature adeguate, approvate dalla DIREZIONE LAVORI, un laboratorio di cantiere in cui si procederà ad effettuare tutti gli ulteriori accertamenti di routine ritenuti necessari dalla DIREZIONE LAVORI, per la caratterizzazione e l'impiego dei materiali.

Prove di laboratorio

La normativa di riferimento ed i controlli relativi sono fissati nelle specifiche già stabilite nel capitolo relativo alla "Pianificazione dei lavori – Qualificazione dei materiali" secondo le disposizioni precisate in precedenza.

Prove di controllo in fase esecutiva

L'Appaltatore sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, inviando i campioni di norma presso Laboratorio Ufficiale.
I campioni verranno prelevati in contraddittorio.
Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente ufficio Compartimentale previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore e nei modo più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti ; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.
La frequenza e le modalità delle prove sono riportate nella Tabella 1.10.

Prove di controllo sul piano di posa

Sul piano di posa del rilevato nonché nei tratti in trincea, si dovrà procedere, prima dell'accettazione, al controllo delle caratteristiche di deformabilità, mediante prova di carico su piastra (CNR 146-1992) e dello stato di addensamento (massa volumica in sito, CNR 22 - 1972). La frequenza delle prove è stabilita in una prova ogni 2000 mq, e comunque almeno una per ogni corpo di rilevato o trincea.

Le prove andranno distribuite in modo tale da essere sicuramente rappresentative dei risultati conseguiti in sede di preparazione dei piani di posa, in relazione alle caratteristiche dei terreni attraversati.
La Direzione Lavori potrà richiedere, in presenza di terreni “instabili”, l'esecuzione di prove speciali (prove di carico previa saturazione, ecc.).

Il controllo della strato anticapillare sarà effettuato con le stesse frequenze per i singoli strati del rilevato, e dovrà soddisfare le disposizioni precisate in precedenza.

TIPO DI PROVA	RILEVATI STRADALI				TERRE RINFORZATE	
	Corpo del rilevato		Ultimo strato di cm 30			
	primi 5000 m^3	successivi m^3	primi 5000 m^3	successivi m^3	primi 5000 m^3	successivi m^3
Classificazione CNR-UNI 10006/63	500	10000	500	2500	500	5000
Costipamento AASHO Mod. CNR	500	10000	500	2500	500	5000
Massa volumica B.U. CNR n.22	250	5000	250	1000	250	1000
Prova di carico su piastra CNR 9 - 67	*	*	500	2000	1000	5000
Controllo umidit	**	**	**	**	**	**
Resistività	*	*	*	*	500	5000
pH	*	*	*	*	500	5000
Solfati e cloruri	*	*	*	*	5000	5000
* Su prescrizione delle Direzione Lavori ** Frequenti e rapportate alle condizioni meteorologiche locali e alle caratteristiche di omogeneità dei materiali portati a rilevato						

Telo Geotessile “tessuto non tessuto”
La normativa di riferimento ed i controlli relativi a detti materiali sono fissati nelle specifiche già stabilite nel capitolo relativo “Strati anticapillari”, ed alle quali si rimanda.

Qualora anche da una sola delle prove di cui sopra risultassero valori inferiori a quelli stabiliti, la partita verrà rifiutata e l'Appaltatore dovrà allontanarla immediatamente dal cantiere.
La Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, potrà richiedere ulteriori prove preliminari o prelevare in corso d'opera campioni di materiali da sottoporre a prove presso Laboratori qualificati.

Controllo scavi
Nel corso dei lavori, al fine di verificare la rispondenza della effettiva situazione geotecnica-geomeccanica con le ipotesi progettuali, la Direzione Lavori, in contraddittorio con l’Appaltatore, dovrà effettuare la determinazione delle caratteristiche del terreno o roccia sul fronte di scavo.

a) Prove di laboratorio
Le caratteristiche dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

Terre:
- analisi granulometrica;
- determinazione del contenuto naturale di acqua;
- determinazione del limite liquido e dell’indice di plasticità, nell’eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332;
- eventuale determinazione delle caratteristiche di resistenza al taglio.

Rocce:
• resistenza a compressione monoassiale;

In presenza di terreni dal comportamento intermedio tra quello di una roccia e quello di una terra, le suddette prove potranno essere integrate al fine di definire con maggior dettaglio la reale situazione geotecnica.
La frequenza delle prove dovrà essere effettuata come segue :
• ogni 500 m^3 di materiale scavato e ogni 5 m di profondità dello scavo;
• in occasione di ogni cambiamento manifesto delle caratteristiche litologiche e/o geomeccaniche;
• ogni qualvolta richiesto dalla Direzione Lavori.

b) Prove in sito

Terre :
si dovrà rilevare l'effettivo sviluppo della stratificazione presente, mediante opportuno rilievo geologico-geotecnico che consenta di identificare le tipologie dei terreni interessati, con le opportune prove di identificazione.

Rocce :
si dovrà procedere al rilevamento geologico-geomeccanico, al fine di identificare la litologia presente e la classe geomeccanica corrispondente mediante l'impiego di opportune classificazioni.
Si dovranno effettuare tutte le prove necessarie allo scopo.
Si dovrà in ogni caso verificare la rispondenza delle pendenze e delle quote di progetto, con la frequenza necessaria al caso in esame.

- DEMOLIZIONI-

1.0. MURATURE E FABBRICATI

Le demolizioni di fabbricati e di murature di qualsiasi genere (armate e non, in precompresso), potranno essere integrali o in porzioni a sezione obbligata, eseguite in qualsiasi dimensione anche in breccia, entro e fuori terra, a qualsiasi altezza.
Verranno impiegati i mezzi previsti dal progetto e/o ritenuti idonei dalla Direzione Lavori:
• scalpellatura a mano o meccanica;
• martello demolitore;
• agenti demolitori non esplosivi ad azione chimica con espansione lenta e senza propagazione dell'onda d'urto.
Le demolizioni dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni in modo da prevenire qualsiasi infortunio al personale addetto, evitando inoltre tassativamente di gettare dall'alto i materiali i quali dovranno invece essere trasportati o guidati in basso.
Inoltre l'Appaltatore dovrà prevedere, a sua cura e spese, ad adottare tutti gli accorgimenti tecnici per puntellare e sbatacchiare le parti pericolanti e tutte le cautele al fine di non danneggiare le strutture sottostanti e le proprietà di terzi.
L' Appaltatore sarà pertanto responsabile di tutti i danni che una cattiva conduzione nelle operazioni di demolizioni potessero arrecare alle persone, alle opere e cose, anche di terzi.
Nel caso di demolizioni parziali potrà essere richiesto il trattamento con il getto di vapore a 373 K ed una pressione di 0,7-0,8 MPa per ottenere superfici di attacco pulite e pronte a ricevere i nuovi getti; i ferri dovranno essere tagliati, sabbiati e risagomati secondo le disposizioni progettuali.
Per le demolizioni da eseguirsi su strada in esercizio, l' Appaltatore dovrà adottare anche tutte le precauzioni e cautele atte ad evitare ogni possibile danno all'utenza e concordare con il Committente tramite la Direzione Lavori, le eventuali esclusioni di traffico che potranno avvenire anche in ore notturne e in giorni determinati.
In particolare, la demolizione delle travi di impalcati di opere d'arte o di impalcati di cavalcavia anche a struttura mista, su strade in esercizio, dovrà essere eseguita fuori opera, previa separazione dalle strutture esistenti, sollevamento, rimozione e trasporto di tali porzioni in apposite aree entro le quali potranno avvenire le demolizioni.
I materiali di risulta resteranno di proprietà dell' Appaltatore il quale potrà reimpiegare quelli ritenuti idonei dalla Direzione Lavori fermo restando l'obbligo di allontanarli e di trasportare a discarica quelli rifiutati.

2.0. IDRODEMOLIZIONI

La idrodemolizione di strati di conglomerato cementizio su strutture di ponti e viadotti dovrà essere effettuata con l'impiego di idonee attrezzature atte ad assicurare getti d'acqua a pressione modulabile fino a 1500 bar, con portate fino a 300 l/min, regolabili per quanto attiene la velocità operativa.
Gli interventi dovranno risultare selettivi ed asportare gli strati di conglomerato degradati senza intaccare quelli aventi resistenza uguale o superiore alla minima indicata in progetto.
L'Appaltatore dovrà provvedere all'approvvigionamento dell'acqua occorrente per la demolizione del materiale e la pulizia della superficie risultante.
Le attrezzature impiegate dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori; dovranno essere dotate di sistemi automatici di comando e controllo a distanza, nonché di idonei sistemi di sicurezza contro la proiezione del materiale demolito, dovendo operare anche in presenza di traffico.
Dovranno rispondere inoltre alle vigenti norme di Legge in materia di prevenzione infortuni ed igiene del lavoro (D.lgs 626/94, D.Lgs 494/96, ecc.) alle quali l' Appaltatore dovrà uniformarsi in sede operativa.

3.0 DEMOLIZIONE DI PAVIMENTAZIONE O MASSICCIATA STRADALE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO

La demolizione della pavimentazione in conglomerato bituminoso per l'intero spessore o per parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, con nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.
Tali attrezzature dovranno essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori relativamente a caratteristiche meccaniche, dimensioni e capacità produttiva; il materiale fresato dovrà risultare idoneo, ad esclusivo giudizio ella stessa Direzione Lavori, per il reimpiego nella confezione di conglomerati bituminosi.

La demolizione dovrà rispettare rigorosamente gli spessori previsti in progetto o prescritti dalla Direzione Lavori e non saranno pagati maggiori spessori rispetto a quelli previsti o prescritti.
Se la demolizione interessa uno spessore inferiore a 15 cm, potrà essere effettuata con un solo passaggio di fresa; per spessori superiori a 15 cm si dovranno effettuare due passaggi di cui il primo pari ad 1/3 dello spessore totale, avendo cura di formare longitudinalmente sui due lati dell'incavo un gradino tra il primo ed il secondo strato demolito di almeno lo cm.
Le superfici scarificate dovranno risultare perfettamente regolari in ogni punto, senza discontinuità che potrebbero compromettere l'aderenza dei nuovi strati; i bordi delle superfici scarificate dovranno risultare verticali, rettilinei e privi di sgretolature.
La pulizia del piano di scarifica dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di spazzole rotanti e dispositivo aspiranti in grado di dare il piano depolverizzato.
Nel caso di pavimentazione su impalcati di opere d'arte, la demolizione dovrà eseguirsi con tutte le precauzioni necessarie a garantire la perfetta integrità della sottostante soletta; in questi casi potrà essere richiesta la demolizione con scalpello a mano con l'ausilio del martello demolitore.
Solamente quando previsto in progetto e in casi eccezionali, si potrà eseguire la demolizione della massicciata stradale, con o senza conglomerato bituminoso, anche su opere d'arte, con macchina escavatrice od analoga e nel caso in cui il bordo della pavimentazione residua debba avere un profilo regolare, per il taglio perimetrale si dovrà fare uso della sega clipper.

- CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI ED ARMATI -

1.0 NORMATIVA E DISPOSIZIONI

L'Appaltatore sarà tenuto all'osservanza delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" - D.M. 17 febbraio 2018 e della vigente Circolare 617 del 02/02/2009 "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008".

Tutte le opere in conglomerato cementizio, incluse nell'Appalto, saranno eseguite in base ai calcoli statici ed alle verifiche tecniche che il Progettista avrà provveduto ad effettuare.

I prodotti dovranno corrispondere ai dati e tipi stabiliti dal Capitolato, oltre che a tutte le vigenti disposizioni di leggi o norme ministeriali in materia.

Sugli elaborati di progetto, dovranno essere riportati i tipi e le classi di calcestruzzo ed i tipi di acciaio da

impiegare, che dovranno essere approvati dalla D.L.. La classe di calcestruzzo deve essere scelta tra quelle previste dalle vigenti norme di legge, arrotondando in eccesso fino alla classe immediatamente superiore la resistenza caratteristica determinata in base ai calcoli statici.

Se, e solo se richiesto, L'Appaltatore sarà tenuto a presentare in tempo utile prima dell'inizio dei getti di ciascuna opera d'arte, all'esame della Direzione dei Lavori i calcoli statici delle strutture ed i disegni di progetto (comprensivi nel caso dei ponti delle linee di influenza delle deformazioni elastiche), che per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione dei Lavori.

L'esame e la verifica da parte della Direzione dei Lavori dei progetti delle opere redatti dall'Appaltatore non esonera in alcun modo L'Appaltatore dalle responsabilità ad esse derivanti per legge e per pattuizioni del contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori. L'Appaltatore rimane unico e diretto responsabile delle opere a termine di legge; pertanto esso sarà tenuto a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

L'Appaltatore sarà invece tenuto comunque a presentare all'esame della Direzione dei Lavori i progetti delle opere provvisionali (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione) impiegate nelle varie fasi operative sia in sotterraneo, che all'aperto, e ciò anche nello spirito dell'applicazione del D.Lgs 81/2008, del Piano di Coordinamento della Sicurezza redatto ai sensi del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i..
L'Appaltatore dovrà altresì attenersi, in corso d'opera, al Piano Organizzativo di Sicurezza redatto ai sensi dell'art. 131 del D.Lgs. n. 163/2006.
È obbligo dell'Appaltatore predisporre opportuni studi di qualificazione delle miscele costituenti i conglomerati cementizi che si dovranno porre in opera. Tali studi - mix design - dovranno essere sottoposti alla approvazione della Direzione dei Lavori preventivamente alla fornitura e posa dei relativi conglomerati cementizi.
In particolare tali studi, da svilupparsi per ogni tipo di conglomerato cementizio la cui classe figura nei disegni di progetto, hanno il fine di comprovare che i conglomerati proposti abbiano resistenza non inferiore a quella richiesta in progetto.
Inoltre tali studi dovranno garantire i requisiti di durabilità prescritti in progetto.
Per garantire la durabilità delle strutture in calcestruzzo armato ordinario o precompresso, esposte all'azione dell'ambiente, si devono adottare i provvedimenti atti a limitare gli effetti di degrado indotti dall'attacco chimico, fisico, dalla corrosione delle armature e dai cicli di gelo e disgelo.
Le classi di durabilità, definite dalla norma UNI EN 206 e UNI 11104, sono le seguenti:

Classi di esposizione		
Denominazione della classe	Descrizione dell' ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione
1 Assenza di rischio di corrosione o attacco		
X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, abrasione o attacco chimico. Per calcestruzzo con armatura o inserti metallici: molto asciutto	Calcestruzzo all' interno di edifici con umidità dell' aria molto bassa
2 Corrosione indotta da carbonatazione		
Nel caso in cui il calcestruzzo contenente armature o inserti metallici sia esposto all'aria e all'umidità, l'esposizione sarà classificata nel modo seguente: Nota Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente.		
XC1	Asciutto o permanente bagnato	Calcestruzzo all' interno di edifici con bassa umidità relativa. Calcestruzzo costantemente immerso in acqua.
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo. Molte fondazioni.
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità relativa dell'aria moderata oppure elevata. Calcestruzzo esposto all'esterno protetto dalla pioggia.

XC4	Ciclicamente bagnato ed asciutto	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2
3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare		
Qualora il calcestruzzo contenente armature o altri inserti metallici sia soggetto al contatto con acqua contenente cloruri, inclusi i Sali antigelo, con origine diversa dall'acqua di mare, l'esposizione sarà classificata come segue: Nota In riferimento alle condizioni di umidità vedere anche sezione 2 del presente prospetto.		
XD1	Umidità moderata	Superfici di calcestruzzo esposte a nebbia salina.
XD2	Bagnato, raramente asciutto	Piscine calcestruzzo esposto ad acque industriali contenenti cloruri
XD3	Ciclicamente bagnato ed asciutto	Parti di ponti esposte a spruzzi contenenti cloruri Pavimentazioni di parcheggi
4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare		
Qualora il calcestruzzo contenente armature o altri inserti metallici sia soggetto al contatto con cloruri presenti nell'acqua di mare oppure con aria che trasporta sali derivanti dall'acqua di mare, l'esposizione sarà classificata come segue:		
XS1	Esposto a nebbia salina ma non in contatto diretto con acqua di mare	Strutture prossime oppure sulla costa
XS2	Permanentemente sommerso	Parti di strutture marine
XS3	Zone esposte alle onde oppure alla marea	Parti di strutture marine

Classi di esposizione (continua)

Denominazione della classe	Descrizione dell'ambiente	npi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione
5 Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti		
Qualora il calcestruzzo bagnato sia esposto ad un attacco significativo dovuto ai cicli di gelo/disgelo, l'esposizione sarà classificata come segue:		
XF1	Moderata saturazione d'acqua, senza impiego di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo
XF2	Moderata saturazione d'acqua, con uso di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo di strutture stradali esposte al gelo e nebbia di agenti antigelo
XF3	Elevata saturazione d'acqua, senza agente antigelo	Superfici orizzontali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo
XF4	Elevata saturazione d'acqua, con agente antigelo oppure acqua di mare	Strade e impalcati da ponte esposti agli agenti antigelo Superfici di calcestruzzo esposte direttamente a nebbia contenente agenti
6 Attacco chimico		
Qualora il calcestruzzo sia esposto all'attacco chimico che si verifica nel terreno naturale e nell'acqua del terreno avente caratteristiche definite nel prospetto 2, l'esposizione verrà classificata come è indicato di seguito. La classificazione dell'acqua di mare dipende dalla località geografica; perciò si dovrà applicare la classificazione valida nel luogo di impiego del calcestruzzo. Nota: Può essere necessario uno studio speciale per stabilire le condizioni di esposizione da applicare quando si è: - al di fuori dei limiti del prospetto 2; - in presenza di altri aggressivi chimici; - in presenza di terreni o acque inquinati da sostanze chimiche; - in presenza della combinazione di elevata velocità dell'acqua e delle sostanze chimiche del prospetto 2.		
XA1	Ambiente chimico debolmente aggressivo secondo il prospetto 2	
XA2	Ambiente chimico moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2	

XA3	Ambiente chimico fortemente aggressivo secondo il prospetto 2	

Valori limite per le classi di esposizione all'attacco chimico nel suolo naturale e nell'acqua del terreno..

Gli ambienti chimicamente aggressivi classificati di seguito sono basati sul suolo naturale e per acqua nel terreno a temperature dell'acqua/terren comprese tra 5°C e 25°C ed una velocità dell'acqua sufficientemente bassa da poter essere approssimata a condizioni statiche.
La condizione più gravosa per ognuna delle condizioni chimiche determina la classe di esposizione.
Se due o più caratteristiche di aggressività appartengono alla stessa classe, l'esposizione sarà classificata nella classe più elevata successiva, salvo il cas che uno studio specifico provi che ciò non è necessario.

Caratteristica chimica	Metodo di prova di riferimento	XA1	XA2	XA3	
Acqua nel terreno					
SO_4^{2} mg/l	EN 196-2	>=200 e <=600	>600 a <=3000	>3000 e <=6000	
pH	ISO 4316	<=6,5 e >=5,5	<5,5 e >=4,5	<4,5 e >=4,0	
CO_2 mg/l aggressiva	prEN 13577:1999	>=15 e <=40	>=40 e <=100	> 100 fino a saturazione	
NH_4^{+} mg/l	ISO7150-1 oppure ISO 7150-2	>=15 e <=30	>30 e <=60	>60 e <=100	

Per la definizione della classe di resistenza in funzione delle condizioni ambientali si fa riferimento alle norme UNI EN 206-1 ed UNI 11104 ovvero alle sopradette “linee guida sul calcestruzzo strutturale”.

Gli studi di prequalificazione dovranno indicare anche natura, provenienza e qualità degli inerti, granulometria degli stessi, tipo e dosaggio del cemento, rapporto acqua-cemento, tipo e dosaggio degli eventuali additivi, tipo e localizzazione dell’impianto di betonaggio impiegato per il confezionamento del CLS, valore previsto della consistenza misurata con il cono di Abrams all’atto del pompaggio, e conseguente valutazione della lavorabilità del calcestruzzo, sistemi di trasporto, getto e maturazione.

L’inizio dei getti del calcestruzzo verrà autorizzato dalla Direzione dei Lavori esclusivamente dopo l’elaborazione dei predetti studi preliminari da parte dell’Appaltatore.

Gli oneri per l’elaborazione del mix-design sono totalmente compresi e compensati nel prezzo unitario di Elenco.

I materiali componenti i conglomerati cementizi dovranno avere le seguenti caratteristiche:

2.0. COMPONENTI

Cemento - Il cemento impiegato per la confezione dei conglomerati cementizi deve corrispondere ai requisiti prescritti dalle leggi vigenti (UNI EN 197/1:2006 ed altre) e più generalmente a quanto disposto al titolo 'QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI'.

Nel caso in cui esso venga approvvigionato in cantiere allo stato fuso, il relativo trasporto dovrà effettuarsi a mezzo di contenitori che lo proteggano dall'umidità, ed il pompaggio del cemento nei silos deve essere effettuato in modo da evitare miscelazione fra tipi diversi.

L’Appaltatore deve avere cura di approvvigionare il cemento presso cementerie che diano: garanzia di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura, fornendo alla Committenza la relativa certificazione di qualità.

E' consigliabile comunque utilizzare cementi preconfezionati senza l'installazione di impianti di betonaggio.

Inerti - Dovranno corrispondere alle caratteristiche specificate nella normativa UNI EN 12620 e UNI 8520-2 vigenti e più generalmente al titolo 'QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI', ed in particolare non dovranno essere scistosi o silico-magnesiaci.

Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie contenenti una percentuale superiore al 15% in peso di elementi piatti o allungati la cui lunghezza sia maggiore di 5 volte lo spessore medio.

Le miscele di inerti fini e grossi, mescolati in percentuale adeguata, dovranno dar luogo ad una composizione granulometrica costante, che permetta di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, ecc.), che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, durabilità, ecc.).

La curva granulometrica dovrà essere tale da ottenere la massima compattezza del calcestruzzo con l'opportuno dosaggio di cemento, compatibilmente con gli altri requisiti.

Particolare attenzione sarà rivolta alla granulometria della sabbia, al fine di ridurre al minimo il fenomeno del bleeding (essudazione) nel calcestruzzo.

Gli inerti dovranno essere suddivisi in almeno 3 pezzature; la più fine non dovrà contenere più del 5% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadrata da 5 mm. di lato.

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

La dimensione massima dei grani dell'inerte deve essere tale da permettere che il conglomerato cementizio possa riempire ogni parte del manufatto, tenendo conto della lavorabilità dell'impasto,

dell'armatura metallica e relativo copriferro, delle caratteristiche geometriche della carpenteria, delle modalità di getto e di messa in opera.

Acqua - Proverrà da fonti ben definite che diano acqua rispondente alle caratteristiche specificate al Titolo "QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI".

L'acqua dovrà essere aggiunta nella minore quantità possibile in relazione alla prescritta resistenza ed al grado di lavorabilità del calcestruzzo, tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti.

Additivi - La Direzione dei Lavori deciderà a suo insindacabile giudizio se gli additivi proposti dall'Appaltatore potranno o no essere usati, in base alle conoscenze disponibili da precedenti lavori o sperimentazioni, e comunque sulla base della vigente normativa al riguardo (UNI EN 934-2:2012, UNI 7101, UNI 7102, UNI 7105, UNI 7108 e varie). Su richiesta della Direzione dei Lavori, L'Appaltatore dovrà inoltre esibire prove di Laboratorio ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle disposizioni vigenti; dovrà comunque essere garantita la qualità e la costanza di caratteristiche dei prodotti da impiegare.

La composizione, la prestazione, la posa in opera ed i criteri di conformità del calcestruzzo sono specificate nelle Norme di riferimento, ed in particolare nella UNI 9858, cui L'Appaltatore dovrà comunque attenersi.

3.0. CONTROLLI DI ACCETTAZIONE

Durante l'esecuzione delle opere per la determinazione delle resistenze caratteristiche a compressione dei calcestruzzi dovranno seguirsi le prescrizioni di cui alle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Febbraio 2018) - Circolare 617 del 02/02/2009 Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
In applicazione di tali Norme si provvederà al prelievo dagli impasti, al momento della posa in opera nei casseri, del calcestruzzo necessario per la confezione del numero di provini specificato dalla Norma.

Tutti gli oneri relativi alla serie di prove di cui sopra, in essi compresi quelli per il rilascio dei certificati, saranno a carico dell'Appaltatore. Nel caso che il valore della resistenza caratteristica ottenuta sui provini risulti essere inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dalla Committenza, il Direttore dei Lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare la sospensione dei getti dell'opera d'arte interessata in attesa dei risultati delle ulteriori prove che dovranno essere condotte.

Tale sospensione non darà diritto all'Appaltatore alla richiesta di oneri aggiuntivi.

Qualora anche dalle ulteriori prove eseguite risultasse un valore della Rck inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati, ovvero una prescrizione del controllo di accettazione non fosse rispettata occorre procedere, a cura e spese dell'Appaltatore, 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 o con apposita relazione di calcolo redatta da Professionisti abilitati.

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, il valore di Rck è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge.

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

Nel caso che il valore di Rck non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, L'Appaltatore sarà tenuto a sua cura e spese alla demolizione e rifacimento dell'opera, oppure all'adozione di quei provvedimenti supplementari che, proposti dallo stesso, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione dei Lavori. Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Appaltatore se il valore di Rck risultasse maggiore rispetto a quella indicato nei calcoli statici e nei disegni approvati dalla Direzione dei Lavori.

Oltre ai controlli relativi alla resistenza Rck, la Direzione dei Lavori potrà prelevare ulteriori campioni di materiali e di conglomerato cementizio per sottoporli ad esami e prove di laboratorio.

A tal fine verranno eseguite le prescrizioni contenute nelle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Febbraio 2018) e nella Circolare 617 del 02/02/2009 Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

I controlli sui conglomerati cementizi, prelevati con le modalità indicate nel punto 2.3 delle norme U.N.I. 6126-6127 e con le frequenze di cui al D.M. 14 Gennaio 2008 e successive modifiche ed integrazioni, saranno i seguenti:

a) per la consistenza con la prova del cono eseguita secondo le modalità riportate nelle norme UNI 9416/9417/9418;

b) sul conglomerato cementizio confezionato, in cubetti da sottoporre a prove di compressione a rottura per la determinazione della resistenza caratteristica secondo quanto riportato nel D.M. 14 Gennaio 2008, ed in particolare operando sulla base delle norme U.N.I. 6127 per la preparazione e stagionatura dei provini, U.N.I. 6130 per la forma e dimensione degli stessi e le relative casseforme, U.N.I. 6132 per la determinazione propria della resistenza a compressione.

Ai fini della verifica della durabilità, da parte del Direttore dei Lavori dovrà essere prelevata al momento del getto la bolla di accompagnamento attestante la classe di esposizione, nonché la classe di resistenza, consistenza, diametro massimo dell'aggregato, tipo di cemento adottato. Dovranno essere rifiutate le forniture non conformi ai requisiti progettuali.
Nella more della certificazione degli impianti di produzione del calcestruzzo ai sensi delle norme UNI EN 45012, da parte della Direzione dei Lavori potranno essere effettuate prove atte a determinare il rapporto acqua/cemento, dosaggio di cemento atte a verificare le forniture.
Ai fini della valutazione della durabilità del conglomerato cementizio, unitamente alla "Resistenza di prelievo", può essere determinato il valore della profondità dell'acqua in pressione in mm.
Per la prova di determinazione della profondità di penetrazione dell'acqua in pressione nel calcestruzzo indurito vale quanto indicato nella UNI EN 12390-8.
Al fine di ottenere la prestazione richiesta, il progettista potrà fare riferimento alle Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale redatte dalla Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero nelle norme UNI EN 206-1 ed UNI 11104.

La Direzione dei Lavori si riserva di prelevare campioni di conglomerato cementizio anche da strutture già realizzate e stagionate da sottoporre successivamente a prova di compressione, oppure di effettuare, in caso eccezionale, sulle opere finite, armate o non, misure di resistenza a compressione, a mezzo sclerometro.

Ciascuna <u>prova o misura di resistenza a mezzo sclerometro</u> verrà eseguita nel modo seguente:
1) nell'intorno del punto prescelto dalla Direzione dei Lavori verrà fissata una area non superiore a 0,1 m^2.; su

di esso si eseguiranno 10 percussioni con sclerometro, annotando i valori dell'indice letti volta per volta;
2) si determinerà la media aritmetica di tali valori;
3) verranno scartati i valori che differiscono dalla media più del 15%;
4) 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;
5) se il numero dei lavori non scartati è inferiore a 6 la prova non sarà ritenuta valida e dovrà essere eseguita nuovamente in una zona vicina.

Di norma, per ciascun tipo di sclerometro verrà adottata la tabella di taratura fornita dalla relativa casa costruttrice; la Direzione dei Lavori 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 già realizzate, mediante carotaggi, tagli con sega a disco, estrazione di grossi blocchi, ecc. (Norme UNI 6132 ed U.N.I. 6132).

Fermo restando quanto detto, riguardo alla resistenza dei calcestruzzi, la Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di prelevare, in ogni momento e quando lo ritenga opportuno, ulteriori campioni di materiale o di calcestruzzo, da sottoporre ad esami o prove di laboratorio.

In particolare, in corso di lavorazione, sarà controllata la consistenza, con le modalità di cui al punto a) precedente.

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

4.0. CONFEZIONE

La confezione dei calcestruzzi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione dei Lavori. Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli inerti, dell'acqua, degli eventuali additivi e del cemento; la dosatura del cemento dovrà sempre essere realizzata con bilancia indipendente e di adeguato maggior grado di precisione.

La dosatura effettiva degli inerti 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 effettuata con precisione del 2% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta al mese.

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

I sili 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. Per quanto non specificato, vale la norma U.N.I. 9858.

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

La lavorabilità non dovrà essere ottenuta con maggiore impiego di acqua di quanto previsto nella composizione del calcestruzzo; il Direttore del Lavori potrà consentire l'impiego degli additivi previsti negli studi preliminari.

La produzione ed il getto del calcestruzzo dovranno essere sospesi nel caso che la temperatura scenda al di

sotto di 5°C salvo diverse disposizioni che la Direzione dei Lavori potrà dare volta per volta, prescrivendo, in tal caso, le norme e gli accorgimenti cautelativi da adottare; per questo titolo L'Appaltatore non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi.

5.0. TRASPORTO

Il trasporto dei calcestruzzi dall'impianto di betonaggio al luogo di impegno dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del calcestruzzo medesimo.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

Saranno accettate, in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed, eccezionalmente, i nastri trasportatori. L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che L'Appaltatore adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del calcestruzzo alla bocca di uscita della pompa.

La lavorabilità dell'impasto verrà controllata con le prove di consistenza al cono di Abrams (slump test) sia all'uscita dall'impianto di betonaggio o dalla bocca dell'autobetoniera, sia all'atto dello scarico in opera; la differenza tra i risultati dovrà superare quanto specificato dalla norma U.N.I. 9858 salvo l'uso di particolari additivi.

È facoltà della Direzione dei Lavori di rifiutare carichi di calcestruzzo non rispondenti ai requisiti prescritti.

6.0. POSA IN OPERA

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

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

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

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

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare data inizio e di fine dei getti e del disarmo. Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, L'Appaltatore dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti a un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

Il calcestruzzo 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, fatto comunque salvo quanto specificato nelle disposizioni seguenti relativi alle opere in sotterraneo.

Le eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta fine di cemento immediatamente dopo il disarmo; ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione dei Lavori, a suo escluso giudizio, riterrà tollerabili, fermo restando in ogni caso che e suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Appaltatore.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che, con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere dei getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm sotto la superficie finita, e gli incavi conseguenti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento; queste prestazioni non saranno in nessun caso oggetto di compensi ulteriori rispetto a quelli riportati in Elenco Prezzi.

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

vibrazione.

Tutto ciò affermato, fatto comunque salvo quanto di seguito indicato nelle specifiche indicazioni relative ai lavori in sotterraneo.

Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione Lavori, secondo anche le specifiche tecniche di seguito riportato.

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

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

La Direzione dei Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa; per questo titolo L'Appaltatore non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi e ciò neppure nel caso che, in dipendenza di questa prescrizione, il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive. Quando il calcestruzzo fosse gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi il normale consolidamento. L'onere di tale accorgimenti è a carico dell'Appaltatore.

7.0. STAGIONATURA E DISARMO

A posa ultimata sarà curata la stagionatura dei getti in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici dei medesimi usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo. L'eventuale sistema meccanico-tecnico proposto dall'Appaltatore dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori.

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

Prima del disarmo, tutte le superficie non protette del getto dovranno essere mantenute umide con continua bagnatura e con altri idonei accorgimenti per il tempo necessario al disarmo stesso, della qual cosa dovrà essere fornita dall'Appaltatore opportuna valutazione nello studio preliminare del mix-design di cui alla PARTE A) del presente Articolo di Capitolato.

La rimozione delle armature di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accorgimenti, l'Appaltatore dovrà attenersi a quanto stabilito nelle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art.21 della legge 5 novembre 1971 n. 1086.

Subito dopo il disarmo si dovranno mantenere umide le superfici in modo da impedire l'evaporazione dell'acqua contenuta nel conglomerato, fino a che non siano trascorsi 7 giorni dal getto. Dovrà essere controllato che il disarmante impiegato non ammacchi 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 Direzione dei Lavori potrà prescrivere che le murature in calcestruzzo vengano rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, laterizi od altri materiali da costruzioni; in tal caso i getti potranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentirne l'adattamento e l'ammorsamento.

8.0. GIUNTI DI DISCONTINUITÀ ED OPERE ACCESSORIE NELLE STRUTTURE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO.

È 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 ed 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 mettendo in opera, con un certo anticipo rispetto al getto, di 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 in faccia vista secondo linee rette continue e spezzate. La larghezza e la conformazione dei giunti saranno stabiliti dalla Direzione dei Lavori.

I giunti come sopra illustrati, dovranno essere realizzati cura e spese dall'Appaltatore, essendosi tenuto debito conto di tale onere nella formulazione dei prezzi di Elenco relativi alle singole classi di conglomerato.

Solo nel caso in cui è previsto dal progetto che il giunto sia munito di apposito manufatto di tenuta, di impermeabilizzazione e copertura, l'Elenco Prezzi, allegato al presente Capitolato, prevederà espressamente le voci relative alla speciale conformazione del giunto unitamente alla fornitura e posa in opera dei manufatti predetti con le specificazioni di tutti i particolari oneri che saranno prescritti per il perfetto definitivo assetto del giunto.

I manufatti, di tenuta o di copertura dei giunti possono essere costituiti da elastomeri a struttura etilenica (stiro butadiene) a struttura paraffinica (butile) a struttura complessa (silicone, poliuretano, poliossipropilene, poliossicloro propilene), da elastomeri etilenici cosiddetti protetti (neoprene) o da cloruro di polivinile.

In luogo dei manufatti predetti, può 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 previsto una aderenza perfetta alle pareti ottenuta anche a mezzo di idonei primers non colabili alle 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 loro messa in opera.

Nell'esecuzione di manufatti contro terra, tipo muri, 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 P.V.C. o simili.

Per la formazione di fori L'Appaltatore avrà diritto al compenso previsto nell'apposita voce di Elenco Prezzi, comprensiva di tutti gli oneri e forniture per dare lavoro finito in perfetta regola d'arte, solo se il volume dei vani è superiore a 0.4 mc. intendendosi in caso contrario compensato il relativo onere dalla non deduzione del volume del vano dal volume di calcestruzzo.

9.0. PREDISPOSIZIONE DI FORI, TRACCE, CAVITÀ, ECC.

L'Appaltatore 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 dei Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature, ecc., nelle solette, nervature, pilastri, murature, ecc., per sedi di cavi, di ferri d'armatura per attacchi di parapetti, mensole, segnalazioni, parti di impianti, ecc.

L'onere relativo è compreso e compensato nei prezzi unitari e pertanto è ad esclusivo carico dell'Appaltatore. Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte dalla Direzione dei Lavori saranno a totale carico dell'Appaltatore, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni e le ricostruzioni di opere di spettanza dell'Appaltatore, 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.

Laddove invece dovranno essere realizzate in modo continuativo delle perforazioni in strutture cementizie già completate per la posa in opera di ferri di armature o quant'altro necessario, le predette perforazioni verranno compensate con la relativa voce di Elenco Prezzi.

10.0. CONGLOMERATI CEMENTIZI PRECONFEZIONATI

È ammesso l'impiego di conglomerati cementizi preconfezionati, purché' rispondenti in tutto e per tutto a quanto avanti riportato. Valgono in proposito le specifiche prescrizioni di cui alla Norma U.N.I. 9858 per quanto non in contrasto con le prescrizioni di cui al D.M. 14 Gennaio 2008 e successive modifiche ed integrazioni.

Anche per i calcestruzzi preconfezionati è d'obbligo predisporre ed effettuare gli studi e le prove di accettazione di cui al precedente punto A) per accertare che la resistenza del conglomerato risulti non inferiore a quella

minima di progetto.

La garanzia di qualità dei calcestruzzi preconfezionati dovrà essere comprovata a seguito delle apposite prove sistematiche effettuate nei laboratori ufficiali (L. 1086/1971 – Art. 5), come previsto in precedenza.

Tuttavia queste prove preliminari o di qualificazione hanno il solo carattere complementare e non possono in nessun caso ritenersi sostitutive delle indispensabili prove di controllo in corso d'opera.

L'Appaltatore resta l'unico responsabile nei confronti della Committenza per l'impiego di conglomerato cementizio preconfezionato nelle opere in oggetto dell'Appalto, e si obbliga a rispettare ed a far rispettare scrupolosamente tutte le norme regolamentari e di legge stabilite sia per i materiali (inerti, leganti, additivi, ecc.), sia per il confezionamento e trasporto in opera del conglomerato dal luogo di produzione.

Ciò vale, in particolare, per i calcestruzzi preconfezionati i quali, in relazione alla modalità ed ai tempi di trasporto in cantiere, possono subire modifiche qualitative anche sensibili.

L'Appaltatore assume inoltre l'obbligo di consentire che il Personale addetto alla vigilanza ed alla direzione dei lavori, abbia libero accesso al luogo di produzione del conglomerato per poter effettuare in contraddittorio con il rappresentante dell'Appaltatore tutti i prelievi e i controlli dei materiali, previsti nei paragrafi precedenti.

11.0. PRESCRIZIONI PARTICOLARI RELATIVE AI CEMENTI ARMATI

Oltre a richiamare quanto è stato prescritto con l'articolo relativo ai conglomerati cementizi, per la esecuzione di opere in cemento armato L'Appaltatore dovrà osservare scrupolosamente tutte le prescrizioni contenute nelle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Febbraio 2018) - Circolare 617 del 02/02/2009 Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008 nonché nel D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia.

L'Appaltatore se, e solo se richiesto specificatamente dalla Direzione dei Lavori, dovrà presentare per il preventivo benestare della Direzione dei Lavori e nel numero di copie che saranno richieste, i disegni esecutivi ed i calcoli di stabilità delle opere in C.A., redatti da un Progettista qualificato, nonché i computi metrici estimativi relativi, unitamente ai progetti ed ai calcoli del centine od armature di sostegno.

L'esame o verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti e dei calcoli presentati, non esonera in alcun modo L'Appaltatore dalle responsabilità ad esso derivanti per legge e per le pattuizioni del contratto, restando stabilito che malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, L'Appaltatore rimane unico e completo responsabile delle opere, e che pertanto esso sarà tenuto a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

Le opere provvisionali dovranno essere conformi al d.l. 8 luglio 2003, n. 235 - Attuazione della direttiva 2001/45/CE relativa ai requisiti minimi di sicurezza e di salute per l'uso delle attrezzature di lavoro da parte dei lavoratori. Nella costruzione sia dei ponteggi, delle armature che delle centinature di qualsiasi tipo, L'Appaltatore è tenuto ad adottare gli opportuni accorgimenti affinché in ogni punto della struttura l'abbassamento all'atto dello scassero possa venire fatto gradualmente, seppur contemporaneamente nei vari punti.

Nella progettazione e nell'esecuzione delle armature di sostegno e delle centinature L'Appaltatore è inoltre tenuto a rispettare le norme e le prescrizioni che, eventualmente, venissero impartite dagli Uffici competenti circa l'ingombro degli alvei fluviali attraversati, o circa le sagome libere da lasciare in caso di sovrappassi di strade e ferrovie, e tutto ciò senza che L'Appaltatore possa valutare pretese di indennità o compensi di qualsiasi natura e specie diverse da quelli stabiliti in Elenco Prezzi.

- ACCIAIO PER C.A. E C.A.P. -

1.0 GENERALITÀ

Gli acciai per conglomerati armati, sia normali che precompressi dovranno rispondere, con riguardo alle sezioni di calcolo, alle tensioni ammissibili ed alle modalità di fornitura, di lavorazione e di posa in opera, alle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Febbraio 2018)e della Circolare 617 del 02/02/2009 "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008" nonché', per le

specifiche caratteristiche di accettazione e le modalità di prova, alla normativa riportata al capo precedente.

2.0. ACCIAI PER CONGLOMERATI NORMALI

Resistenza caratteristica

Per le barre tonde o ad aderenza migliorata le resistenze caratteristiche dovranno risultare conformi, nei vari tipi di acciaio, ai valori riportati nella seguente tabella:

Tipo di acciaio	B450C	B450A
Tensione caratteristica di snervamento fyk >	450 N/mm²	450 N/mm²
Tensione caratteristica di rottura ftk >	540 N/mm²	540 N/mm²
(ft/fy)k	≥ 1,15 frattile 10% < 1,35	≥ 1,05 frattile 10%
(fy/fy nom)k	≤ 1,25 frattile 10%	≤ 1,25 frattile 10%
Allungamento	≥ 7,5 frattile 10%	≥ 2,5 frattile 10%
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche: $\phi < 12$ mm $12 \leq \phi \leq 16$ mm per $16 < \phi \leq 25$ mm per $25 < \phi \leq 40$ mm	 4ϕ 5ϕ 8ϕ 10ϕ	-
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche: $\phi \leq 10$ mm	-	4ϕ

Diametri delle barre

Le barre ad aderenza migliorata B450C avranno il massimo diametro tra 6 e 40 mm, le barre B450A avranno il massimo diametro tra 5 e 10 mm .

Ancoraggio delle barre

Le barre tese dovranno essere prolungate oltre la sezione nella quale esse sono soggette alla massima tensione in misura sufficiente a garantire l'ancoraggio. Per le barre tonde lisce questo sarà realizzato con uncini semicircolari, di luce interna non minore di 5 diametri. Nelle barre ad aderenza gli uncini potranno essere omessi; le barre dovranno essere ancorate per una lunghezza non minore di 20 diametri o di 15 cm.

Lavorazione delle barre - Giunzioni

Le barre non dovranno in nessun caso essere piegate a caldo. Le giunzioni delle barre in zona tesa, quando non fossero evitabili, si dovranno realizzare nelle regioni di minore sollecitazione; in ogni caso dovranno essere sfalsate in guisa che ciascuna interruzione non interessi una sezione metallica maggiore di 1/4 di quella complessiva e sia distante dalle interruzioni contigue non meno di 60 volte il diametro delle barre di maggiore diametro. La Direzione Lavori prescriverà il tipo di giunzione più adatto a norma del punto 6.1.2., Parte I del D.M. citato.

Le barre piegate devono presentare, nelle piegature, un raccordo circolare di raggio non minore di 6 volte il diametro. Gli ancoraggi devono rispondere a quanto prescritto al punto 5.3.3, Parte I del D.M. citato.

Copriferro ed interferro

Per il copriferro si dovrà rispettare quanto prescritto dal punto C4.1.6.1.3 Copriferro e interferro della Circolare 617 .

Con riferimento al §4.1.6.1.3 delle NTC, al fine della protezione delle armature dalla corrosione il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve rispettare quanto indicato in Tabella C4.1.IV, nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tabella 4.1.IV delle NTC. I valori sono espressi in mm e sono distinti in funzione dell'armatura, barre da c.a. o cavi aderenti da c.a.p. (fili, trecce e trefoli), e del tipo di

elemento, a piastra (solette, pareti,…) o monodimensionale (travi, pilastri,…).
A tali valori di tabella vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm o minore, secondo indicazioni di norme di comprovata validità.
I valori della Tabella C4.1.IV si riferiscono a costruzioni con vita nominale di 50 anni (Tipo 2 secondo la Tabella 2.4.I delle NTC). Per costruzioni con vita nominale di 100 anni (Tipo 3 secondo la citata Tabella 2.4.I) i valori della Tabella C4.1.IV vanno aumentati di 10 mm. Per classi di resistenza inferiori a Cmin i valori della tabella sono da aumentare di 5 mm. Per produzioni di elementi sottoposte a controllo di qualità che preveda anche la verifica dei copriferri, i valori della tabella possono essere ridotti di 5 mm.
Per acciai inossidabili o in caso di adozione di altre misure protettive contro la corrosione e verso i vani interni chiusi di solai alleggeriti (alveolari, predalles, ecc.), i copriferri potranno essere ridotti in base a documentazioni di comprovata validità.

Tabella C4.1.IV *Copriferri minimi in mm*

			barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
C_{min}	C_o	ambiente	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C28/35	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

- CASSEFORME, ARMATURE E CENTINATURE -

1.0. GENERALITÀ

Le casseforme e le relative armature di sostegno dovranno essere sufficientemente rigide per resistere, senza apprezzabili deformazioni, al peso proprio della costruzione, ai carichi accidentali di lavoro ed alla vibrazione o battitura del conglomerato. Le superfici interne delle casseforme dovranno presentarsi lisce, pulite e senza incrostazioni di sorta; il potere assorbente delle stesse dovrà essere uniforme e non superiore a 1 g/m2h (misurato sotto battente di acqua di 12 mm), salvo diversa prescrizione. Sarà ammesso l'uso di disarmanti; questi però non dovranno macchiare o danneggiare le superfici del conglomerato.
I giunti nelle casseforme saranno eseguiti in modo da evitare sbrodolamenti, non soltanto tra i singoli elementi che costituiscono i pannelli, ma anche attraverso le giunzioni verticali ed orizzontali dei pannelli stessi. Nei casseri dei pilastri si lascerà uno sportello al piede per consentire la pulizia alla base che assicuri un'efficace ripresa e continuità del getto. Quando la portata delle membrature principali oltrepassasse i 6 m verranno disposti opportuni apparecchi di disarmo; dovrà curarsi, in ogni caso, che i cedimenti elastici, in ogni punto della struttura, avvengano con simultaneità.
Per getti su superfici con inclinazione sull'orizzontale maggiore di 30°C deve essere previsto il controcassero (oppure una rete sufficiente a tenere in forma il calcestruzzo).
Nelle zone dei casseri in cui si prevede, dato il loro particolare posizionamento o conformazione, la formazione di bolle d'aria, si dovranno prevedere fori o dispositivi tali da permetterne la fuoriuscita.
Prima del getto verranno eseguiti, sulle casseforme predisposte, controlli della stabilità, delle dimensioni, della stesura del disarmante, della posa delle armature e degli inserti; controlli più accurati andranno eseguiti, sempre prima del getto, per la verifica dei puntelli (che non dovranno mai poggiare su terreno gelato), per l'esecuzione dei giunti, dei fissaggi e delle connessioni dei casseri.
Le casseforme potranno essere realizzate in legno, plastica, calcestruzzo e metallo.

2.0. CASSEFORME IN LEGNO (TAVOLE)

Saranno costituite da tavole di spessore non inferiore a 25 mm, di larghezza standard esenti da nodi o tarlature ed avendo cura che la direzione delle fibre non si scosti dalla direzione longitudinale della tavola.
L'assemblaggio delle tavole verrà eseguito con giunti, tra l'una e l'altra, di 1/3mm (per la dilatazione) dai quali non dovrà fuoriuscire l'impasto; si dovranno prevedere (per evitare la rottura degli spigoli) listelli a sezione triangolare disposti opportunamente all'interno dei casseri.

Il numero dei reimpieghi previsto è di 4 o 5.

3.0. CASSEFORME IN LEGNO (PANNELLI)

Verranno usati pannelli con spessore non inferiore ai 12 mm, con le fibre degli strati esterni disposte nella direzione portante, con adeguata resistenza agli urti, all'abrasione.
Il numero dei reimpieghi da prevedere è di 20 ca.

4.0. STOCCAGGIO (TAVOLE O PANNELLI)

Il legname dovrà essere sistemato in cataste su appoggi con altezza dal terreno tale da consentire una sufficiente aerazione senza introdurre deformazioni dovute alle distanze degli appoggi.
Le cataste andranno collocate in luoghi al riparo dagli agenti atmosferici e protette con teli impermeabili; la pulizia del legname (estrazione chiodi, raschiamento dei residui di malta, etc.) dovrà avvenire immediatamente dopo il disarmo e, comunque, prima dell'accatastamento o del successivo impiego.

5.0. CASSEFORME IN PLASTICA

Verranno usate per ottenere superfici particolarmente lisce, non dovranno essere usate per getti all'aperto; dovrà essere posta estrema attenzione alla preparazione delle superfici interne dei casseri evitando eccessiva durezza e levigatura delle stesse (per impedire la formazione di ragnatele e simili dovute all'effetto della vibrazione dell'impasto).
Il materiale di sigillatura dei giunti dovrà essere compatibile con quello dei casseri; il numero dei reimpieghi da prevedere è 50/60.

6.0. CASSEFORME IN CALCESTRUZZO

Saranno conformi alla normativa vigente per il c.a. ed avranno resistenza non inferiore a 29 N/mm². (300 Kg./cm².), gli eventuali inserti metallici (escluse le piastre di saldatura) dovranno essere in acciaio inossidabile.
La movimentazione e lo stoccaggio di tali casseri dovranno essere eseguiti con cura particolare, lo stoccaggio dovrà avvenire al coperto, le operazioni di saldatura non dovranno danneggiare le superfici adiacenti, la vibrazione verrà effettuata solo con vibratori esterni e le operazioni di raschiatura e pulizia delle casseforme dovranno essere ultimate prima della presa del calcestruzzo.
Il numero dei reimpieghi da prevedere per questi casseri è di 100 ca.

7.0. CASSEFORME METALLICHE

Nel caso di casseri realizzati con metalli leggeri (alluminio o magnesio) si dovranno impiegare delle leghe idonee ad evitare la corrosione dovuta al calcestruzzo umido; particolare attenzione sarà posta alla possibile formazione di coppie galvaniche derivanti dal contatto con metalli differenti in presenza di calcestruzzo fresco.
Nel caso di casseri realizzati in lamiere d'acciaio piane o sagomate, dovranno essere usati opportuni irrigidimenti, e diversi trattamenti della superficie interna (lamiera levigata, sabbiata o grezza di laminazione) con il seguente numero di reimpieghi:
- lamiera levigata 2
- lamiera sabbiata 10
- lamiera grezza di laminazione oltre i 10.

Queste casseforme potranno essere costituite da pannelli assemblati o da impianti fissi specificamente per le opere da eseguire (tavoli ribaltabili, batterie, etc.), i criteri di scelta saranno legati al numero dei reimpieghi previsto, alla tenuta dei giunti, alle tolleranze, alle deformazioni, alla facilità di assemblaggio ed agli standards di sicurezza richiesti dalla normativa vigente.

- PALI , TIRANTI DI ANCORAGGIO, BARRIERE DI SICUREZZA –

1.0. GENERALITA’

<u>Classificazione</u>

a) Pali di medio e grande diametro

Dal punto di vista esecutivo, possiamo identificare le seguenti tipologie:

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

b) Micropali

Con tale denominazione devono essere intesi, i pali trivellati aventi diametro <=250 mm costituiti da malte o miscele cementizie e da idonee armature d'acciaio.

Dal punto di vista esecutivo, possiamo identificare le seguenti tipologie, a seconda delle modalità di connessione al terreno:

riempimento a gravità; riempimento a bassa pressione; iniezione ripetuta ad alta pressione.

<u>Definizioni</u>

a) Pali infissi

a.1) Pali infissi gettati in opera
Con tale denominazione devono essere intesi i pali infissi realizzati riempiendo con calcestruzzo lo spazio interno vuoto di un elemento tubolare metallico fatto penetrare nel terreno mediante battitura o per vibrazione, senza asportazione del terreno medesimo.

I pali infissi gettati in opera si distinguono in:

- Pali con rivestimento definitivo in lamiera d'acciaio, corrugata o liscia, chiusi alla base con un fondello d'acciaio. I pali vengono realizzati infiggendo nel terreno il rivestimento tubolare.
Dopo l'infissione e la eventuale ispezione interna del rivestimento, il palo viene completato riempiendo il cavo del rivestimento con calcestruzzo armato.

- Pali realizzati tramite infissione nel terreno di un tubo forma estraibile, in genere chiuso alla basa da un fondello a perdere. Terminata l'infissione, il palo viene gettato con calcestruzzo, con o senza la formazione di un bulbo espanso di base. Durante il getto, il tubo-forma viene estratto dal terreno.

a.2) Pali infissi prefabbricati
Con tale denominazione si vengono ad identificare i pali infissi realizzati mediante battitura di manufatti, senza asportazione di terreno, eventualmente con l'ausilio di getti d'acqua in pressione alla punta.
A seconda che i pali siano prefabbricati in stabilimento od in cantiere, saranno adottate le seguenti tipologie costruttive:

- Pali prefabbricati in stabilimento: in calcestruzzo centrifugato ed eventualmente precompresso, di norma a sezione circolare, di forma cilindrica, tronco-conica o cilindro-tronco-conica.

- Pali prefabbricati in cantiere: in calcestruzzo vibrato, di norma a sezione quadrata.

- Pali in legno: dovranno essere realizzati con legno di essenza forte (quercia, rovere, larice rosso, ontano, castagno), scortecciati, ben diritti, di taglio fresco, conguagliati alla superficie ed esenti da carie. Il loro diametro sarà misurato a metà della lunghezza. La parte inferiore del palo sarà sagomata a punta, e ove prescritto, munita di cuspide di ferro, con o senza punta di acciaio, secondo campione approvato dalla Direzione Lavori. Per le modalità di posa in opera si farà di seguito riferimento a quelle valide per i pali battuti prefabbricati ed alle quali si rimanda.

b) Pali trivellati

Con tale denominazione si vengono ad identificare i pali realizzati per asportazione del terreno e sua sostituzione con calcestruzzo armato. Durante la perforazione la stabilità dello scavo può essere ottenuta con l'ausilio di fanghi bentonitici o altri fluidi stabilizzanti, ovvero tramite l'infissione di un rivestimento metallico provvisorio.

c) Pali trivellati ad elica continua

Con tale denominazione si vengono ad identificare, i pali realizzati mediante infissione per rotazione di una trivella ad elica continua e successivo getto di calcestruzzo, fatto risalire dalla base del palo attraverso il tubo convogliatore interno all'anima dell'elica, con portate e pressioni controllate.

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

d) Micropali

Con tale denominazione vengono identificati pali trivellati ottenuti attrezzando le perforazioni di piccolo diametro ($d \leq 250$ mm) con tubi metallici, che possono anche essere dotati di valvole di non ritorno (a secondo delle modalità di solidarizzazione con il terreno), che sono connessi al terreno mediante:

riempimento a gravità; riempimento a bassa pressione; iniezione ripetuta ad alta pressione.

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

per micropali eseguiti in roccia o terreni coesivi molto compatti il cui modulo di deformabilità a breve termine sia superiore ai 200 MPa, utilizzeremo il primo tipo di connessione;

per micropali eseguiti in terreni di qualunque natura, caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine inferiore a 200 MPa, utilizzeremo il secondo ed il terzo tipo di connessione.

L'armatura metallica può essere costituita da:

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

<u>Normative di riferimento</u>

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

Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Febbraio 2018)".

Associazione Geotecnica Italiana, Raccomandazioni sui pali di fondazione, Dic. 1984

Altre norme UNI-CNR, ASTM, DIN, saranno specificate ove pertinenti.

<u>Preparazione del piano di lavoro</u>

L'Appaltatore dovrà aver cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che, se incontrati durante l'esecuzione dei pali, possono recare danno alle maestranze di cantiere o a terzi.
Per la realizzazione dei pali in alveo, in presenza di un battente di acqua fluente, l'Appaltatore predisporrà la fondazione di un piano di lavoro a quota sufficientemente elevata rispetto a quella dell'acqua per renderlo transitabile ai mezzi semoventi portanti le attrezzature di infissione o di perforazione e relativi accessori e di tutte le altre attrezzature di cantiere.

2.0. PALI DI MEDIO E GRANDE DIAMETRO

<u>Soggezioni geotecniche e ambientali</u>

Pali infissi

L'adozione di pali infissi (gettati in opera o prefabbricati), è condizionata da una serie di fattori geotecnici ed ambientali;

Quelli che meritano particolare attenzione sono:

disturbi alle persone provocati dalle vibrazioni e dai rumori causati dall'infissione dei pali;

danni che l'installazione dei pali può arrecare alle opere vicine a causa delle vibrazioni, degli spostamenti verticali e/o orizzontali del terreno provocati durante l'infissione;

danni che l'infissione dei pali può causare ai pali adiacenti;

L'Appaltatore dovrà eseguire a sua cura e spese misure vibrazionali di controllo per accertare, se vengono superati i limiti di accettabilità imposti dalle norme DIN 4150, e nella eventualità di superamento di questi limiti, dovrà sottoporre alla Direzione Lavori i provvedimenti che intende adottare nel caso che tali limiti vengono ad essere superati, che si riserva la facoltà di approvazione.
L'esecuzione di prefori per la riduzione delle vibrazioni è ammessa, con le limitazioni che vedremo in seguito.
I prefori sono a cura e spese dell'Appaltatore.

b) Pali trivellati

Le tecniche di perforazione dovranno essere le più adatte in relazione alla natura del terreno attraversato; in particolare:

- la perforazione "a secco" senza rivestimento è ammessa solo in terreni uniformemente argillosi di media ed elevata consistenza, esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possono causare ingresso di acqua nel foro, caratterizzati da valori della resistenza al taglio non drenata (Cu) che alla generica profondità di scavo H soddisfi la seguente condizione:

dove:
γ = peso di volume totale;
$cu \geq \gamma H/3$

Inoltre, la perforazione "a secco" è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso alcuno di acqua nel foro;

- la perforazione a fango non è di norma ammessa in terreni molto aperti, privi di frazioni medio-fini (D10 > 4 mm). Durante le operazioni di perforazione si dovrà tenere conto della esigenza di non peggiorare le caratteristiche meccaniche del terreno circostante il palo, si dovrà quindi minimizzare e/o evitare:

rammollimento di strati coesivi, minimizzando e/o annullando l'intervallo di tempo tra la perforazione e il getto del palo;
la diminuzione di densità relativa (Dr) degli strati incoerenti;
la diminuzione delle tensioni orizzontali efficaci, proprie dello stato naturale;
la riduzione dell'aderenza palo-terreno, a causa dell'uso improprio dei fanghi.

Nel caso di attraversamento di trovanti lapidei, non estraibili con i normali metodi di scavo, o di strati rocciosi o cementati e per conseguire una sufficiente ammorsatura del palo nei substrati rocciosi di base, si farà ricorso all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, del peso e forma adeguati.
In alternativa, ed in relazione alla natura dei materiali attraversati, potranno essere impiegate speciali attrezzature fresanti.
L'uso di queste attrezzature dovrà essere frequentemente alternato a quello del secchione, che hanno il compito di estrarre dal foro i materiali di risulta.

Sulle attrezzature di manovra degli utensili di scavo, saranno disposte delle marcature regolari (1-2 m) che consentiranno il rapido apprezzamento della profondità alla quale gli utensili stanno operando.
La verticalità delle aste di guida rigide, dovrà essere controllata da un indicatore a pendolo disposto sulle stesse.

c) Pali trivellati ad elica continua

La tecnica di perforazione è adatta a terreni di consistenza bassa e media, con o senza acqua di falda.
Nel caso vengono ad interessare terreni compressibili, nelle fasi di getto, dovranno essere adottati i necessari accorgimenti atti a ridurre o evitare sbulbature.

Prove tecnologiche preliminari

La scelta delle attrezzature di scavo o di battitura e gli associati dettagli esecutivi e di posa in opera del palo, dovranno essere comunicati preliminarmente all'esecuzione dei pali dall'Appaltatore alla Direzione Lavori.

Nell'eventualità di particolare complessità della situazione geotecnica e/o stratigrafica, o in relazione dell'importanza dell'opera, l'idoneità delle attrezzature sarà verificata mediante l'esecuzione di prove tecnologiche preliminari.
Tali verifiche dovranno essere condotte in aree limitrofe a quelle interessanti la palificata in progetto e comunque tali da essere rappresentative dal punto di vista geotecnico ed idrogeologico.

I pali di prova, eventualmente strumentati (per la determinazione del carico limite), a cura dell'Appaltatore, saranno eseguiti in numero del'1% del numero totale dei pali con un minimo di 2 pali per opera, e comunque secondo le prescrizioni della Direzione Lavori; le prove di collaudo saranno eseguite in numero pari allo 0,5% del numero totale dei pali, con un numero minimo di 1 palo per opera.
I pali di prova dovranno essere realizzati in corrispondenza dell'opera, e predisposti al di fuori della palificata ad una distanza dalla stessa non inferiore ai 10 m presa ortogonalmente dal bordo più vicino del plinto di raccordo, in maniera tale da ricadere nella medesima situazione geotecnica e/o stratigrafica della palificata in progetto.

Tali pali dovranno essere eseguiti o posti in opera alla presenza della Direzione Lavori, cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi per i pali in progetto.

In ogni caso l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura, all'esecuzione di tutte quelle prove di controllo non distruttive, ed a ogni altra prova di controllo, che saranno richieste dalla Direzione Lavori, tali da eliminare gli eventuali dubbi sulla accettabilità delle modalità esecutive.

Nel caso in cui l'Appaltatore proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva, sperimentata ed approvata inizialmente, si dovrà dar corso sempre a sua cura, alle prove tecnologiche precedentemente descritte.

Di tutte le prove e controlli eseguiti, l'Appaltatore si farà carico di presentare documentazione scritta.

Materiali

Le prescrizioni che seguono sono da intendersi integrative di quelle riguardanti le Opere in Conglomerato Cementizio, e che si intendono integralmente applicabili.

Armature metalliche

Le armature metalliche saranno di norma costituite da barre ad aderenza migliorata; le armature trasversali dei pali saranno costituite unicamente da spirali in tondino esterne ai ferri longitudinali.
Le armature saranno preassemblate fuori opera in gabbie; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro o con punti di saldatura elettrica.

I pali costruiti in zona sismica dovranno essere armati per tutta la lunghezza.

L'armatura di lunghezza pari a quella del palo dovrà essere posta in opera prima del getto e mantenuta in posto senza poggiarla sul fondo del foro.

Non si ammette di norma la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo la circonferenza che ne unisce i centri, non dovrà in alcun caso essere inferiore a 7.5 cm con aggregati di diametro minimo non superiore ai 2 cm, e 10 cm con aggregati di diametro superiore.

Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo di 5.

Per i distanziatori in plastica, al fine di garantire la solidarietà col calcestruzzo, è necessario verificare che la loro superficie sia forata per almeno il 25%.
I centratori saranno posti a gruppi di 3-4 regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3-4

m.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine e dovranno essere messe in opera prima del getto e mantenute in posto sostenendole dall'alto, evitando in ogni caso di appoggiarle sul conglomerato cementizio già in opera o sul fondo del foro, ove fosse necessario, è ammessa la giunzione, che potrà essere realizzata mediante sovrapposizione non inferiore a 40 diametri.
La posa della gabbia all'interno del tubo forma, per i pali battuti, potrà aver luogo solo dopo aver accertato l'assenza di acqua e/o terreno all'interno dello stesso.

Qualora all'interno del tubo forma si dovesse riscontrare la presenza di terreno soffice o di infiltrazione di acqua, la costruzione del palo dovrà essere interrotta, previo riempimento con conglomerato cementizio magro. Tale palo sarà successivamente sostituito, a cura e spese dell'Appaltatore, da uno o due pali supplementari, sentito il progettista.
L'Appaltatore dovrà inoltre adottare gli opportuni provvedimenti atti a ridurre la deformazione della gabbia durante l'esecuzione del fusto.
A getto terminato, si dovrà comunque registrare la variazione della quota della testa dei ferri d'armatura.
Al fine di irrigidire le gabbie di armatura potranno essere realizzati opportuni telai cui fissare le barre d'armatura. Detti telai potranno essere realizzati utilizzando barre lisce verticali legate ad anelli irrigidenti orizzontali, orientativamente, a seconda delle dimensioni e della lunghezza del palo, potrà prevedersi un cerchiante ogni 2.5– 3 m.
Per i pali trivellati, al fine di eseguire le prove geofisiche che sono descritte nel seguito, l'Appaltatore dovrà fornire e porre in opera, a sua cura e spese, nel 5% del numero totale dei pali trivellati con un diametro d $\geq$ 700 mm, con un minimo di 2 pali, due o tre tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, solidarizzati alla gabbia di armatura.

<u>Rivestimenti metallici</u>

Le caratteristiche geometriche dei rivestimenti, sia provvisori che definitivi, saranno conformi alle prescrizioni di progetto.

Nel caso di pali battuti questi saranno in acciaio, di qualità, forma e spessori tali da sopportare tutte le sollecitazioni durante il trasporto, il sollevamento e l'infissione e senza che subiscano distorsioni o collassi conseguenti alla pressione del terreno od all'infissione dei pali vicini..

Il dimensionamento dei tubi di rivestimento, per pali battuti senza asportazione di terreno, potrà essere effettuato mediante il metodo dell'onda d'urto.

I rivestimenti definitivi dei pali infissi e gettati in opera dovranno avere la base piatta e saldata al fusto.
Questa sarà realizzata mediante una piastra di spessore non inferiore ai 3 mm, saldata per l'intera circonferenza del tubo di rivestimento.

Dovrà essere priva di sporgenze rispetto al rivestimento, la saldatura dovrà impedire l'ingresso di acqua all'interno del tubo per l'intera durata della battitura ed oltre.
La piastra dovrà essere tale da resistere alle sollecitazioni di battitura e ribattitura.
I rivestimenti possono essere realizzati anche a sezione variabile, con l'impiego di raccordi flangiati.
Nel caso di pali battuti con rivestimento definitivo, da realizzare in ambienti aggressivi la superficie esterna del palo dovrà essere rivestita con materiali protettivi adeguati, da concordare con la Direzione Lavori.

Nel caso di pali battuti gettati in opera con tubo forma estraibile, l'espulsione del fondello, occludente l'estremità inferiore del tubo-forma può essere eseguito con un pistone rigido di diametro pari a quello interno del tubo forma collegato, tramite un'asta rigida, alla base della testa di battuta.

Può essere impiegato, tubo-forma dotato di fondello incernierato recuperabile.

Nel caso dei pali trivellati, con tubazioni di rivestimento, questa dovrà essere costituita da tubi di acciaio, di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni lunghi 2.0 – 2.5 m connessi tra loro mediante manicotti esterni filettati o innesti speciali a baionetta, con risalti interni raccordati di spessore non superiore al 2% del diametro nominale.

L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta, imprimendole un movimento rototraslatorio mediante morsa azionata da comandi oleodinamici, oppure applicandole in sommità un vibratore di adeguata potenza

(essenzialmente in terreni poco o mediamente addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non coesivi).

In questo secondo caso, la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni più lunghi di 2.50 m o anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo.

È ammessa la giunzione per saldatura degli spezzoni, purché non risultino varchi nel tubo che possono dar luogo all'ingresso di terreno.

Conglomerato cementizio

Sarà conforme a ciò che è prescritto nei disegni di progetto e nelle sezione "calcestruzzi" del presente Capitolato. Il conglomerato sarà confezionato in apposita centrale di preparazione atta al dosaggio a peso dei componenti.
Le classi di aggregato da impiegare dovranno essere tali da soddisfare il criterio della massima densità (curva di Fuller) per la loro granulometria.
La dimensione massima degli inerti deve essere tale che Dmax/2.5 $\geq$ i min dove i min è il valore minimo del passo fra le barre longitudinali, e comunque non superiore ai 40 mm.
Il cemento da impiegato dovrà soddisfare i requisiti richiesti dalla vigente Legislazione, e dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali, in particolare, l'aggressività da parte dell'ambiente esterno.
Il conglomerato cementizio dovrà avere una resistenza caratteristica cubica (Rbk) così come indicato in progetto, e comunque non inferiore a Rbk $\geq$ 25.
Il rapporto acqua/cemento non dovrà superare il limite di 0.5, nella condizione di aggregato saturo e superficie asciutta.
La lavorabilità in fase di getto, il calcestruzzo dovrà essere tale da dare uno "slump" al cono di Abrams (CNR UNI 7163-79) compreso fra 16 e 20 cm.

Per soddisfare entrambi questi requisiti, potrà essere aggiunto all'impasto un idoneo additivo fluidificante non aerante.

E' ammesso altresì l'uso di ritardanti di presa o di fluidificanti con effetto ritardante.

I prodotti commerciali che l'Appaltatore si propone di usare dovranno essere sottoposti all'esame ed all'approvazione preventiva della Direzione Lavori.

I mezzi di trasporto dovranno essere tali da evitare segregazione dei componenti.

Il calcestruzzo dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun palo senza soluzione di continuità, secondo le cadenze prescritte e rendendo minimo l'intervallo di tempo fra preparazione e getto, e comunque non inferiore a 15 m3/ora per pali di diametro d < 800 mm e di 20 m3/ora per pali di diametro d $\geq$ 800 mm.

L'Appaltatore dovrà garantire la disponibilità del calcestruzzo necessario per soddisfare la produzione giornaliera di pali in accordo al programma di costruzione.

Fanghi bentonitici

I fanghi bentonitici da impiegare nella esecuzione di prefori per l'esecuzione di pali trivellati saranno ottenuti miscelando fino ad avere una soluzione finemente dispersa, i seguenti componenti:

acqua (chiara di cantiere);
bentonite in polvere;
eventuali additivi (disperdenti, sali tampone, etc.)

Bentonite in polvere

La bentonite che verrà impiegata per la realizzazione di fanghi dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

residui al setaccio 38 della serie UNI n° 2331-2332	< 1%
Tenore di umidità	< 15%

Limite di liquidità	> 400
Viscosità 1500-1000 Marsh della sospensione al 6% di acqua distillata	> 40 s
Decantazione della sospensione al 6% in 24 ore	< 2%
Acqua “libera” separata per pressofiltrazione di 450 cm3 della sospensione al 6% in 30 min alla pressione di 0.7 MPa	< 18 cm3
PH dell’acqua filtrata	7 < pH < 9
Spessore del pannello di fango “cake” sul filtro della filtro-pressa	2,5 mm

La bentonite, certificata dal fornitore, è assoggettata alla sua affinità con le caratteristiche chimico-fisiche del terreno di scavo e dell'acqua di falda.

Preparazione fanghi bentonitici

Il dosaggio di bentonite, espresso come percentuale in peso rispetto all’acqua, dovrà risultare di norma compreso fra il 4,5 ed il 9%, salva la facoltà della Direzione Lavori di ordinare dosaggi diversi in sede esecutiva, in relazione ad eventuali problematiche di confezionamento o di appesantimento durante la perforazione.
Gli additivi dovranno essere prescelti tenendo conto della natura e dell’entità degli elettroliti presenti nell’acqua di falda in modo da evitare che essa provochi la flocculazione del fango.
La miscelazione sarà eseguita in impianti automatici con pompe laminatrici o mescolatori ad alta turbolenza accoppiati a cicloni ed operanti a circuito chiuso e con dosatura a peso dei componenti.
In ogni caso dovranno essere installate apposite vasche di adeguata capacità (>20m3) per la "maturazione" del fango, nelle quali esso dovrà rimanere per almeno 24 ore dopo la preparazione, prima di essere impiegato.
Le caratteristiche del fango pronto per l'impiego dovranno essere comprese entro i limiti seguenti:
- peso specifico : non superiore a 1.08 t/m3
- viscosità Marsh : compresa fra 38" e 55"

L’Appaltatore dovrà predisporre e mantenere operanti idonee apparecchiature di depurazione del fango che consentono di contenere entro limiti ristretti la quantità di materiale trattenuto in sospensione.
Tali apparecchiature devono essere tali da mantenere le caratteristiche del fango presente nel foro entro i seguenti limiti:

. peso di volume nel corso dello scavo ≤ 12.5 kN/m3;
. contenuto percentuale volumetrico in sabbia del fango, prima dell’inizio delle operazioni di getto: <6%

La determinazione dei valori sopraindicati sarà condotta su campioni di fango prelevati a mezzo di campionature per fluidi in prossimità del fondo dello scavo.
Per riportare il fango entro i limiti indicati esso deve essere fatto circolare per il tempo necessario, attraverso separatori a ciclone (o di pari efficacia), con una condotta dal fondo dello scavo, prima di reimmetterlo all’interno del cavo.
In alternativa, il fango nel cavo dovrà essere sostituito in tutto o in parte con fango fresco.
Il fango estratto sarà in tal caso depurato in un secondo tempo, oppure convogliato a rifiuto presso discariche autorizzate, nel rispetto delle vigenti Norme di Legge.

Fanghi biodegradabili

Per fango biodegradabile si intende un fluido di perforazione ad alta viscosità che muta spontaneamente le proprie caratteristiche nel tempo, riassumendo dopo pochi giorni le caratteristiche di viscosità proprie dell'acqua.

Caratteristiche e preparazione dei fanghi biodegradabili

Per la produzione dei fanghi biodegradabili si utilizzeranno di norma prodotti a base di amidi.
La formulazione del fango deve essere preventivamente studiata con prove di laboratorio e comunicata preventivamente alla Direzione Lavori.
Nelle prove occorrerà tenere conto della effettiva temperatura di utilizzo del fango (temperatura dell'acqua disponibile in cantiere, e temperatura dell'acqua di falda).

Il decadimento spontaneo della viscosità deve avvenire di norma dopo un tempo sufficiente al completamento degli scavi.
In linea generale la perdita di viscosità deve iniziare dopo 20 ÷ 40 ore dalla preparazione. Se necessario, i fanghi potranno essere additivati utilizzando correttivi idrolizzanti.

3.0. TIPOLOGIE ESECUTIVE

3.1. Pali infissi

Pali infissi prefabbricati

I pali potranno essere prefabbricati fuori opera sia in stabilimenti di produzione sia direttamente in cantiere.

In entrambi i casi il conglomerato cementizio dovrà presentare una resistenza caratteristica cubica (Rbk) Rbk ≥ 50 MPa, pertanto dovranno impiegarsi impasti con bassi valori del rapporto acqua/cemento aventi "slump" inferiore ai 7,5 cm (CNR-UNI 7163 – 79).
Il conglomerato cementizio dovrà essere opportunamente centrifugato o vibrato, le gabbie di armatura avranno un copriferro netto minimo rispetto alla superficie esterna del palo non inferiore ai 3 cm.
La stagionatura potrà essere naturale in ambiente umido, oppure a vapore.

I pali potranno essere precompressi , se richiesto mediante il metodo dei fili di acciaio aderenti.
I materiali impiegati dovranno presentare caratteristiche di resistenza (alla compressione e all'urto) tali da consentire l'infissione senza lesioni e rotture, nonché il trasporto ed il sollevamento ed ogni altra sollecitazione a cui i pali saranno sottoposti.
L'estremità inferiore del palo sarà protetta e rinforzata mediante puntazza metallica la cui configurazione è funzione delle caratteristiche e della natura dei terreni del sottosuolo.

Ogni partita di pali dovrà essere accompagnata da un certificato attestante la resistenza caratteristica cubica (Rck) del conglomerato cementizio impiegato, la distribuzione delle armature, la data del getto.
La Direzione Lavori ha la facoltà di far eseguire prove di controllo della geometria del fusto del palo e delle armature e delle caratteristiche di resistenza dei materiali impiegati, il tutto a cura dell'Appaltatore.

Nel caso di pali aventi lunghezza superiore ai 16 m, è ammesso il ricorso alla giunzione di 2 o più elementi.

Il giunto dovrà essere realizzato con un anello di acciaio con armatura longitudinale, solidale con ciascuno degli spezzoni di palo da unire.

Gli anelli verranno saldati tra loro e protetti con vernici bituminose o epossidiche.

Tolleranze geometriche

Saranno accettate le seguenti tolleranze sull'assetto geometrico del palo, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto:

sulla lunghezza: uguale a ± 1% e comunque non superiore ai ± 15 cm, per pali aventi diametro d < 600 mm e ± 25 cm per pali aventi diametro d ≥ 600 mm;
sul perimetro: uguale al ± 2%;
deviazione dell'asse del palo rispetto all'asse di progetto (verticalità): ≤ ± 3%;
errore rispetto alla posizione planimetrica: ≤ 15% del diametro nominale in testa;
quota testa palo: ± 5 cm.

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

Tracciamento

Prima di iniziare l'infissione si dovrà a cura e spese dell'Appaltatore, indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.
Su ciascun picchetto, dovrà essere riportato il numero progressivo del palo quale risulta dalla pianta della

palificata.

L'Appaltatore dovrà presentare sugli elaborati grafici riguardanti le fondazioni, la pianta della palificata e la posizione planimetrica di tutti i pali (inclusi gli eventuali pali di prova) con numero progressivo, ed un programma cronologico delle modalità di infissione elaborato in maniera tale da minimizzare gli effetti negativi dell'infissione stessa sulle opere adiacenti e sui pali già installati.

Attrezzature per infissione

Le attrezzature di infissione dovranno essere conformi alle indicazioni di progetto. I tipi di battipalo impiegati per l'infissione dei pali sono i seguenti:

- battipalo con maglio a caduta libera;
- battipalo a vapore ad azione singola;
- battipalo a vapore a doppia azione;
- battipalo diesel;
- vibratore.

In ogni caso il battipalo impiegato deve essere in grado di fornire l'energia sufficiente alla infissione entro i terreni presenti in sito, è da prescriversi una energia minima di 120 kJ.
L'Appaltatore dovrà fornire le seguenti informazioni concernenti il sistema di infissione che intende utilizzare.

A) nel caso di impiego dei battipali:

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

B) utilizzando maglio a caduta libera:

peso del maglio;
massima altezza di caduta che si intende utilizzare. C) utilizzando il vibratore:

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

L'efficienza "E" non dovrà essere inferiore al 70 %.
La Direzione Lavori potrà richiedere la strumentazione del battipalo, per misurare la velocità terminale del maglio per ricavare sulla base delle reali caratteristiche dell'attrezzatura certificata dal costruttore, la reale efficienza "E" del battipalo.

Infissione

L'infissione si realizzerà tramite battitura, senza asportazione di materiale.
Nel caso di strati granulari addensati, si potrà facilitare l'infissione con iniezioni di acqua. L'avanzamento del palo in tali terreni avverrà per peso proprio o con l'ausilio di una modesta battitura.

Tali iniezioni di acqua dovranno essere sospese non appena si è superato lo strato granulare e comunque non oltre 2 m prima del raggiungimento della quota di progetto.
Nella eventualità di esigenze realizzative di riduzione delle vibrazioni o in alternativa all'uso delle iniezioni di acqua, si potranno eseguire dei "prefori", aventi diametro inferiore di almeno 20 mm alla sezione minima del palo.

Il preforo non dovrà raggiungere lo strato portante (se presente) e fermarsi comunque almeno a 2/3 della profondità di progetto.
I prefori sono a cura e spese dell'Appaltatore.

Prima di essere infisso, il fusto del palo dovrà essere suddiviso in tratti di m 0,5, contrassegnati con vernice di colore contrastante rispetto a quello del palo.

Gli ultimi m 2,0 - m 4,0 del palo dovranno essere suddivisi in tratti da m 0,1, onde rendere più precisa la rilevazione dei rifiuti nella parte terminale della battitura.
L'arresto della battitura del palo potrà avvenire solo dopo aver raggiunto:

A) la lunghezza minima di progetto; B) il rifiuto minimo specificato.
Dove con il termine rifiuto minimo, si intende, quando l'infissione corrispondente a 10 colpi di battipalo efficiente è inferiore ai 2,5 cm.

Precisazioni dettagliate concernenti il punto B) saranno fornite all'Appaltatore dalla Direzione Lavori, note le caratteristiche del sistema d'infissione.

Nei casi in cui fosse evidenziata l'impossibilità di raggiungere le quote minime di progetto dovranno essere raccolti tutti gli elementi conoscitivi che consentano la definizione alla Direzione Lavori degli eventuali adeguamenti alle modalità operative e/o al Progettista delle eventuali variazioni progettuali.
In condizioni geotecniche particolari (forti sovrappressioni interstiziali, etc.) la Direzione Lavori può richiedere la ribattitura di una parte dei pali già infissi per un tratto in genere non inferiore a 0,3.-0,5 m.
In questo caso si dovranno rilevare i "rifiuti" per ogni m 0,1 di penetrazione, evidenziando in modo chiaro nei rapportini che si tratta di ribattitura.

Pali infissi gettati in opera

Si tratta di pali in c.a. realizzati, senza esportazione alcuna di terreno, previa infissione di un tuboforma provvisorio o permanente costituito da un tubo metallico di adeguato spessore chiuso inferiormente da un tappo provvisorio o non.

Completata l'infissione del tubo forma, dopo aver installato la gabbia di armatura si procede al getto del conglomerato cementizio estraendo contemporaneamente, se previsto, il tubo forma.
L'installazione della gabbia d'armatura sarà preceduta, se previsto dal progetto, dalla formazione di un bulbo di base in conglomerato cementizio realizzato forzando, mediante battitura, il conglomerato cementizio nel terreno. L'adozione della tipologia di esecuzione sarà conforme a quanto esposto in progetto.

Tolleranze geometriche

Saranno accettate le seguenti tolleranze sull'assetto geometrico del palo:
- sul diametro esterno della cassaforma infissa: ±2%;
- deviazione dell'asse del palo rispetto all'asse di progetto (verticalità): ≤ 2%;
- errore rispetto alla posizione planimetrica: non superiore al 15% del diametro nominale;
- per la lunghezza e la quota testa palo, vale quanto riportato in precedenza.

Inoltre la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare in inferiore a quella di progetto.
L'Appaltatore è tenuto ad eseguire a sua esclusiva cura e spese tutte le opere sostitutive e/o complementari che a giudizio della Direzione Lavori, sentito il Progettista, si rendessero necessarie per ovviare all'esecuzione di pali in posizione e/o con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, compresi pali aggiuntivi ed opere di collegamento.

Tracciamento

Prima di iniziare l'infissione si dovrà, a cura ed onere dell'Appaltatore, indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo; su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del palo quale risulta dalla pianta della palificata.
L'Appaltatore dovrà presentare:

una pianta della palificata con la posizione planimetrica di tutti i pali inclusi quelli di prova contrassegnati con numero progressivo;

un programma cronologico di infissione elaborato in modo da minimizzate gli effetti negativi dell'infissione stessa sulle opere vicine e sui pali già installati (in genere interasse non inferiore ai tre diametri).

Attrezzature per infissione

Valgono le indicazioni precisate in precedenza.
E' prevista tuttavia la possibilità di impiego di un mandrino di acciaio, di opportune dimensioni e resistenza, allo scopo di eseguire la battitura sul fondello.

E' ammesso l'impiego di mandrini ad espansione, resi temporaneamente solidali al rivestimento.

E' ammesso l'impiego di mandrini speciali per la battitura multipla di rivestimenti a sezione variabile.

Infissione

L'infissione dei rivestimenti tramite battitura avverrà senza estrazione di materiale, con spostamento laterale del terreno naturale.

E' ammesso se previsto dal progetto, o se approvato dalla Direzione Lavori, l'esecuzione della battitura in due o più fasi, con eventuale modifica del procedimento.

Nel caso si impieghi un mandrino, questo verrà introdotto nel rivestimento, sarà espanso e mantenuto solidale al tubo forma per tutta la durata dell'infissione e alla fine della quale verrà estratto.

Per i pali di particolare lunghezza è ammessa la saldatura in opera di due spezzoni di rivestimento, il primo dei quali già infisso.

Il secondo spezzone, nel caso della saldatura, sarà mantenuto in posizione fissa da una opportuna attrezzatura di sostegno.

L'infissione dei rivestimenti sarà arrestata quando sarà soddisfatta una delle seguenti condizioni:

A)raggiungimento della quota di progetto;

B)raggiungimento del rifiuto minimo specificato.

Dove con il termine rifiuto minimo, si intende, quando l'infissione corrispondente a 100 colpi di battipalo efficiente è inferiore ai 10 cm.

Nel caso del raggiungimento del rifiuto la Direzione Lavori potrà richiedere all'Appaltatore la ribattitura del palo dopo 24 ore di attesa, se motivata da ragioni geotecniche particolari (forti sovrappressioni interstiziali, etc).

L'Appaltatore al fine di contenere le vibrazioni o il danneggiamento di opere o pali già esistenti, potrà eseguire prefori, i quali dovranno avere un diametro massimo inferiore di almeno 20 mm rispetto a quello esterno della tubazione di rivestimento.

Di norma la profondità da raggiungere sarà inferiore ai 2/3 della profondità del palo, e comunque tale da non raggiungere lo strato portante se esistente.

Il preforo, potrà anche essere richiesto per il raggiungimento delle quote di progetto nel caso di livelli superficiali molto addensati e/o cementati.
I prefori sono a cura e spese dell'Appaltatore.

Formazione del fusto del palo

Terminata l'infissione del tuboforma, verrà posta al suo interno la gabbia di armatura, secondo le disposizioni precisate in precedenza.

Prima del posizionamento si avrà cura di rimuovere eventuali corpi estranei presenti nel cavo e si verificherà che l'eventuale presenza di acqua entro il tubo di rivestimento non sia superiore ai 15 cm.

Il getto del calcestruzzo dovrà essere effettuato a partire dal fondo del foro utilizzando un tubo convogliatore metallico di diametro d = 20 – 25 cm, in spezzoni della lunghezza di 3.0 m, alla cui estremità superiore è collocata una tramoggia di capacità pari a 0.40 – 0.60 m3.

Il getto dovrà essere portato sino a 0.5 – 1.0 m al di sopra della quota di progetto della testa del palo.

Nel caso di pali infissi gettati in opera con tubo forma provvisorio, si provvederà alla espulsione del tappo ed alla formazione del bulbo di base, forzando mediante battitura il conglomerato cementizio nel terreno ed evitando nel modo più assoluto l'ingresso di acqua e/o terreno nel tuboforma.

Per la formazione del bulbo di base si adotterà un conglomerato cementizio avente le seguenti caratteristiche:

rapporto a/c $\leq$ 0,4; “slump” s $\leq$ 4 cm

Il getto del fusto del palo si effettuerà evitando segregazioni ed in totale assenza di acqua e/o terreno.

A tale scopo il rivestimento dovrà avere la scarpa sotto un battente di calcestruzzo di almeno 2.0 m.

Il conglomerato cementizio impiegato dovrà essere tale da rispettare le caratteristiche precisate in precedenza.

3.2. PALI TRIVELLATI

Si tratta di pali ottenuti mediante l’asportazione di terreno e sua sostituzione con conglomerato cementizio armato, con l’impiego di perforazione a rotazione o rotopercussione, eseguiti in materiali di qualsiasi natura e consistenza (inclusi muratura, calcestruzzi, trovanti, strati cementati e roccia dura), anche in presenza di acqua e/o in alveo con acqua fluente.

Nel caso si vengono a riscontrare nel terreno trovanti lapidei o strati rocciosi, nonché per l’ammorsamento in strati di roccia dura, si potrà ricorrere all’impiego di scalpelli frangiroccia a percussione, con opportune strumentazioni per la guida dell’utensile.

L’impiego dello scalpello comporterà l’adozione di un rivestimento provvisorio spinto sino al tetto della formazione lapidea, questo per evitare urti e rimbalzi laterali dello scalpello contro le pareti del foro.

Possono essere usati sempre per tale scopo altri utensili adatti (eliche per roccia, etc.).

<u>Tolleranze geometriche</u>

La posizione planimetrica dei pali non dovrà discostarsi da quella di progetto più del 5% del diametro nominale del palo salvo diversa indicazione della Direzione Lavori.

La verticalità dovrà essere assicurata con tolleranza del 2%.

Le tolleranze sul diametro nominale D, verificate in base ai volumi di conglomerato cementizio assorbito rilevate con la frequenza riportata secondo le disposizioni nel seguito, sono le seguenti:
- per ciascun palo, in base all’assorbimento complessivo, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra “- 0,01 D” e “+ 0,1 D”;

- per ciascuna sezione dei pali sottoposti a misure dell’assorbimento dose per dose, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra “- 0,01 D” e “+ 0,1 D”;

- lunghezza: pali aventi diametro D < 600 mm $\pm$ 15 cm;

pali aventi diametro D $\geq$ 600 mm $\pm$ 25 cm;

- quota testa palo: $\pm$ 5 cm;

L'Appaltatore è tenuto ad eseguire a suo esclusivo onere e spese tutte le opere sostitutive e/o complementari che a giudizio della Direzione Lavori, sentito il Progettista, si rendessero necessarie per ovviare all'esecuzione di pali in posizione e/o con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, compresi pali aggiuntivi ed opere di collegamento.

Tracciamento

Prima di iniziare la perforazione, a cura e spese dell'Appaltatore si dovrà indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.
Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del palo quale risulta dalla pianta della palificata.
Tale pianta, redatta e presentata alla Direzione Lavori dall'Appaltatore, dovrà indicare la posizione di tutti i pali, inclusi quelli di prova contrassegnati con numero progressivo.

Se considerato necessario dalla Direzione Lavori, in corrispondenza di ciascun palo sarà posto in opera un avampozzo provvisorio di lamiera d'acciaio con funzioni di guida dell'utensile, di riferimento per la posizione planoaltimetrica della sommità del palo e di difesa dall'erosione del terreno ad opera del liquido eventualmente presente nel foro.
Esternamente all'avampozzo saranno installati riferimenti atti a permettere il controllo della sua posizione planimetrica durante la perforazione.

Pali trivellati con fanghi bentonitici
La perforazione sarà eseguita mediante l'impiego dell'utensile di scavo ritenuto più idoneo allo scopo, e con le attrezzature della potenza adeguata, in relazione alle condizioni ambientali, litologiche ed idrogeologiche dei terreni da attraversare nonché alle dimensioni dei pali da eseguire.
Il fango bentonitico impiegato nella perforazione dovrà avere le caratteristiche precisate in precedenza.
Il livello del fango nel foro dovrà in ogni caso essere più alto della massima quota piezometrica delle falde presenti nel terreno lungo la perforazione.
Il franco dovrà risultare di norma non inferiore ad 1.0 m, e non dovrà scendere al di sotto di 0,60 m all'atto dell'estrazione dell'utensile nel foro.

La distanza minima fra gli assi di due perforazioni attigue in corso appena ultimate o in corso di getto, dovrà essere tale da impedire pericolosi fenomeni di interazione e comunque non inferiore ai 5 diametri.

Se nella fase di completamento della perforazione fosse accertata l'impossibilità di eseguire rapidamente il getto (sosta notturna, mancato trasporto del conglomerato cementizio, etc.), sarà necessario interrompere la perforazione alcuni metri prima ed ultimarla solo nell'imminenza del getto.

Completata la perforazione, si procederà alla sostituzione del fango sino al raggiungimento dei prescritti valori del contenuto in sabbia, ed alla pulizia del fondo foro.

Formazione del fusto del palo

Al termine della perforazione, verrà calata all'interno del foro la gabbia di armatura.
In seguito si procederà al getto del conglomerato cementizio, mediante tubo di convogliamento.

In presenza di acqua di falda, potrà essere prevista la posa in opera di idonea contro camicia in lamierino di adeguato spessore per il contenimento del getto.

Il tubo di convogliamento sarà costituito da un tubo di acciaio di 20 – 25 cm di diametro interno, e da spezzoni non più lunghi di 2,5 m.

L'interno del tubo dovrà essere pulito, privo di irregolarità e strozzature, ed all'estremità superiore essere provvisto di tramoggia di capacità 0,4 – 0,6 m3.

Il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando la sua estremità inferiore a 30 – 60 cm dal fondo del foro.

Prima di installare tale tubo, è opportuna una nuova verifica della profondità del fondo foro e si dovrà accertare che lo spessore del deposito non superi i 20 cm, altrimenti si dovrà procedere alla pulizia previo sollevamento dell'armatura.

Le giunzioni dovranno essere del tipo filettato, senza manicotto, o con manicotti esterni che comportino un aumento di diametro non superiore a 2 cm, sono escluse le giunzioni a flangia.

Per la presenza di fango bentonitico (ma anche nel caso in cui fosse presente acqua di falda), in prossimità

del suo raccordo con la tramoggia, prima di iniziare il getto si predisporrà un tappo formato con una palla di malta plastica, oppure con uno strato di vermiculite di 30 cm di spessore o con palline di polistirolo galleggianti sul liquido o con un pallone di plastica.

All'inizio del getto si dovrà predisporre di un volume di conglomerato cementizio pari a quello del tubo di convogliamento e di 3.0 – 4.0 m di palo.

Il tubo di convogliamento per tratti successivi nel corso del getto, sempre conservando una immersione minima di conglomerato cementizio di 2,5 m e massima di 6,0 m.

Il getto di calcestruzzo dovrà essere prolungato per almeno 0,5 – 1 m al di sopra della quota di progetto della testa del palo, per consentire di eliminare la parte superiore (scapitozzatura).

Tale operazione di scapitozzatura, si ritiene da eseguire sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del palo non rispondono a quelle previste.

In tal caso è onere dell'Appaltatore procedere al ripristino del palo sino alla quota di sottoplinto.

Pali trivellati con fanghi biodegradabili

Valgono le indicazioni già riportate nel caso dei pali trivellati con fanghi bentonitici. Il fango biodegradabile dovrà soddisfare le indicazioni precisate in precedenza.

Pali trivellati con rivestimento provvisorio

Per quanto riguarda le attrezzature di perforazione, queste dovranno soddisfare i requisiti precisati in precedenza. La perforazione non dovrà essere approfondita al di sotto della scarpa del tubo di rivestimento.

In presenza di falda il foro dovrà essere tenuto costantemente pieno di acqua (o eventualmente di fango bentonitico), con livello non inferiore a quello della piezometrica della falda.

L'infissione sottoscarpa della colonna di rivestimento dovrà consentire di evitare rifluimenti da fondo foro.

La tubazione è costituita da tubi di acciaio di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni connessi tra loro mediante innesti speciali del tipo maschio-femmina.

L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta imprimendole un movimento rototraslatorio mediante opportuna attrezzatura rotary e/o morsa azionata da comandi oleodinamici, oppure in terreni poco o mediamente addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non-coesivi, applicando in sommità un vibratore di idonea potenza.

In quest'ultimo caso la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni, ma anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo.

E' ammessa la giunzione per saldatura degli spezzoni, purché non risultino varchi nel tubo che possono dar luogo all'ingresso di terreno.

Formazione del fusto del palo

Valgono le disposizioni precisate in precedenza.

Pali trivellati ad elica continua armati dopo il getto

Si utilizzeranno escavatori equipaggiati con rotary a funzionamento idraulico o elettrico montate su asta di guida, e dotate di dispositivo di spinta.

L'altezza della torre e le caratteristiche della rotary (coppia, spinta) dovranno essere commisurate alla profondità da raggiungere.

La perforazione sarà eseguita mediante una trivella ad elica continua, di lunghezza e diametro corrispondenti alle caratteristiche geometriche dei pali da realizzare.

L'anima centrale dell'elica deve essere cava, in modo da consentire il successivo passaggio del calcestruzzo. All'estremità inferiore dell'anima sarà posta una punta a perdere, avente lo scopo di impedire l'occlusione del condotto.

La perforazione avverrà di norma regolando coppia e spinta in modo da avere condizioni di infissione prossime al perfetto avvitamento. In ogni caso il volume di terreno estratto per caricamento della trivella deve essere non superiore al volume teorico della perforazione.

Qualora si riscontrassero rallentamenti della perforazione in corrispondenza di livelli di terreno intermedi o dell'eventuale strato portante inferiore, l'Appaltatore, con l'accordo della Direzione Lavori potrà:

- eseguire prefori di diametro inferiore al diametro nominale di pali;

- ridurre la lunghezza di perforazione.

Formazione del fusto del palo

Il calcestruzzo verrà pompato pneumaticamente entro il cavo dell'asta di perforazione che verrà progressivamente estratta, di norma senza rotazione.

La cadenza di getto deve assicurare la continuità della colonna di conglomerato.

Pertanto l'estrazione dell'asta di trivellazione deve essere effettuata ad una velocità congruente con la portata di calcestruzzo pompato, adottando tutti gli accorgimenti necessari ad evitare sbulbature, ovvero a evitare interruzioni del getto.

In particolare il circuito di alimentazione del getto dovrà essere provvisto di un manometro di misura della pressione.

Durante l'operazione si dovrà verificare che la pressione sia mantenuta entro l'intervallo di 50÷150 KPa. Il getto dovrà essere prolungato fino a piano campagna, anche nei casi in cui la quota finita del palo sia prevista a quota inferiore.

La gabbia, verrà inserita a getto concluso mediante l'ausilio di un vibratore.
Dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad assicurare il centramento della gabbia entro la colonna di calcestruzzo appena formata.

Se necessario, la gabbia dovrà essere adeguatamente irrigidita per consentirne la infissione.

L'operazione di infissione deve essere eseguita immediatamente dopo l'ultimazione del getto, prima che abbia inizio la presa del calcestruzzo.

Pali trivellati ad elica continua armati prima del getto

Valgono le disposizioni precisate in precedenza.

Formazione del fusto del palo

L'armatura verrà inserita entro l'anima della trivella elicoidale, il cui diametro interno deve essere congruente con il diametro della gabbia di armatura.

All'interno della gabbia dovrà essere inserito un adeguato mandrino, da tenere contrastato sul dispositivo di spinta della rotary per ottenere l'espulsione del fondello a perdere, con effetto di precarica alla base del palo.

La gabbia dovrà essere costruita in conformità con il disegno di progetto e nel rispetto delle disposizioni precisate in precedenza.

Per il getto del calcestruzzo valgono le specifiche disposizioni precisate in precedenza.

3.3. MICROPALI

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

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

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

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

Questo potrà consistere in:

- acqua;
- fanghi bentonitici;
- schiuma
- aria, nel caso di perforazione a rotopercussione con martello a fondo foro, o in altri casi approvati dalla Direzione Lavori.

E' di facoltà della Direzione Lavori far adottare la perforazione senza rivestimento, impiegando solamente fanghi bentonitici.

La perforazione "a secco" senza rivestimento potrà essere adottata, previa comunicazione alla Direzione Lavori, solo in terreni uniformemente argillosi di media ed elevata consistenza, esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possono causare ingresso di acqua nel foro, caratterizzati da valori della resistenza al taglio non drenata (Cu) che alla generica profondità di scavo H soddisfi la seguente condizione:

dove:

γ = peso di volume totale;

$cu \geq \gamma H/3$

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

<u>Tolleranze geometriche</u>

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

la posizione planimetrica non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm, salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori;

la deviazione dell'asse del micropalo rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del 2%;

la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto;

il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di perforazione di progetto;
quota testa micropalo: $\pm$ 5 cm;

lunghezza: $\pm$ 15 cm.

<u>Tracciamento</u>

Prima di iniziare la perforazione l'Appaltatore dovrà, a sua cura e spese, individuare sul terreno la posizione dei micropali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del micropalo quale risulta dalla pianta della palificata.
Tale pianta, redatta e presentata alla Direzione Lavori dall'Appaltatore, dovrà indicare la posizione planimetrica di tutti i micropali, inclusi quelli di prova, contrassegnati con numero progressivo.

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

Armatura con barre di acciaio per c.a.
Si useranno barre longitudinali ad aderenza migliorata e spirale di tondino liscio, aventi le caratteristiche precisate in precedenza.
Saranno pre-assemblate in gabbie da calare nel foro al termine della perforazione, la giunzione tra i vari elementi della gabbia sarà ottenuta mediante doppia legatura, tra una gabbia e la successiva (in caso di pali di profondità eccedente le lunghezze commerciali delle barre) la giunzione avverrà per saldatura delle barre longitudinali corrispondenti.
Quando previsto dal progetto si potranno adottare micropali armati con un'unica barra senza spirale.
In ogni caso le armature saranno corredate da distanziatori non metallici (blocchetti di malta o elementi di materia plastica) idonei ad assicurare un copriferro minimo di 3 cm disposti a intervalli longitudinali non superiore a 2,5 m.

Armature tubolari
Si useranno tubi di acciaio Fe 430 – Fe 510, senza saldatura longitudinale del tipo per costruzioni meccaniche.
Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo potranno essere ottenute mediante manicotti filettati o saldati.
Tali giunzioni dovranno consentire una trazione pari almeno all'80% del carico ammissibile a compressione.

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

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

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

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

Armature con profilati in acciaio
Le caratteristiche geometriche e meccaniche dei profilati dovranno essere conformi a quelle prescritte in progetto.

Di norma i profilati dovranno essere costituiti da elementi unici.

Saranno ammesse giunzioni saldate, realizzate con l'impiego di adeguati fazzoletti laterali, nel caso di lunghezze superiori ai valori degli standard commerciali (12 – 14 m).

Le saldature saranno dimensionate ed eseguite in conformità alle Norme vigenti.

Malte e miscele cementizie
Il cemento da impiegare dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali, prendendo in considerazione in particolare l'aggressività dell'ambiente esterno.

Gli inerti saranno di norma utilizzati solo per il confezionamento di malte da utilizzare per il getto dei micropali a semplice cementazione.

In relazione alle prescrizioni di progetto l'inerte sarà costituito da sabbie fini, polveri di quarzo, polveri di calcare, o ceneri volanti.

Nel caso di impiego di ceneri volanti, ad esempio provenienti dai filtri di altiforni, si dovrà utilizzare materiale totalmente passante al vaglio da 0.075 mm.

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

Per quanto riguarda le malte e le miscele cementizie queste di norma dovranno presentare resistenza cubica pari a : $Rck \geq 25$ MPa.

A questo scopo si prescrive che il dosaggio in peso dei componenti sia tale da soddisfare un rapporto acqua/cemento:
$a/c \leq 0.5$

La composizione delle miscele di iniezione, riferita ad 1 m^3 di prodotto, dovrà essere la seguente:
acqua : 600 kg
cemento: 1200 kg
additivi: 10 ÷ 20 kg

con un peso specifico pari a circa:

$$\gamma = 1.8 \text{ kg/dm}^3$$

Nella definizione della composizione delle malte, prevedendo un efficace mescolazione dei componenti atta a ridurre la porosità dell'impasto, si può fare riferimento al seguente dosaggio minimo, riferito ad 1 m^3 di prodotto finito:

acqua : 300 kg
cemento : 600 kg
additivi : 5 ÷ 10 kg
inerti : 1100 ÷ 1300 kg

<u>Micropali a iniezioni ripetute ad alta pressione</u>
La perforazione sarà eseguita mediante sonda a rotazione o rotopercussione, con rivestimento continuo e circolazione di fluidi, fino a raggiungere la profondità di progetto.

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

Nel caso di perforazione a roto-percussione con martello a fondo-foro si utilizzeranno compressori di adeguata potenza; le caratteristiche minime richieste sono:
- portata ≥ 10 m^3/min
- pressione 8 bar.

<u>Formazione del fusto del micropalo</u>
Completata la perforazione si provvederà a rimuovere i detriti presenti nel foro, o in sospensione nel fluido di perforazione, prolungando la circolazione del fluido stesso fino alla sua completa chiarificazione.
Si provvederà quindi ad inserire l'armatura tubolare valvolata, munita di centratori, fino a raggiungere la profondità di progetto.

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

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

La solidarizzazione dell'armatura al terreno verrà eseguita in due o più fasi, come di seguito specificato. Si utilizzerà una miscela cementizia conforme alle disposizioni precisate in precedenza.

Non appena completata la messa in opera del tubo valvolato di armatura, si provvederà immediatamente alla formazione della guaina cementizia, iniettando attraverso la valvola più profonda un quantitativo di miscela sufficiente a riempire l'intercapedine tra le pareti del foro e l'armatura tubolare.

Contemporaneamente si procederà alla estrazione dei rivestimenti provvisori, quando utilizzati, e si effettueranno i necessari rabbocchi di miscela cementizia.

Completata l'iniezione di guaina si provvederà a lavare con acqua il cavo interno del tubo di armatura.

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

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

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

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

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

L'iniezione dovrà essere tassativamente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 l/min, e comunque con valori che, in relazione alla effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (claquage).

I volumi di iniezione saranno di norma non inferiori a tre volte il volume teorico del foro, e comunque conformi alle prescrizioni di progetto.

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

Fino a quando le operazioni di iniezione non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno del tubo d'armatura.

Per eseguire l'iniezione si utilizzeranno delle pompe oleodinamiche a pistoni, a bassa velocità, aventi le seguenti caratteristiche minime:

-pressione max di iniezione : ≈ 100 bar
-portata max : ≈ 2 m3/ora
-n. max pistonate/minuto : ≈ 60.

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

Micropali con riempimento a gravità o a bassa pressione

Nella conduzione della perforazione ci si atterrà alle prescrizioni precisate in precedenza.

Formazione del fusto del micropalo

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

La cementazione potrà avvenire con riempimento a gravità o con riempimento a bassa pressione.

Nel primo caso il riempimento del foro, dopo la posa delle armature, dovrà avvenire tramite un tubo di

alimentazione disceso fino a 10-15 cm dal fondo, collegato alla pompa di mandata o agli iniettori.

Nel caso si adotti una miscela contenente inerti sabbiosi, ovvero con peso di volume superiore a quello degli eventuali fanghi di perforazione, il tubo convogliatore sarà dotato superiormente di un imbuto o tramoggia di carico; si potrà anche procedere al getto attraverso l'armatura, se tubolare e di diametro interno ≥ 80 mm.

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

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

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

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

Si procederà analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento.

In relazione alla natura del terreno potrà essere sconsigliabile applicare la pressione d'aria agli ultimi 5-6 m di rivestimento da estrarre, per evitare la fratturazione idraulica degli strati superficiali.

4.0 PROVE DI CARICO

Generalità

In seguito vengono fornite le indicazioni tecniche generali per l'esecuzione di prove di carico su pali. Le prove di carico hanno principalmente lo scopo di:
- accertare eventuali deficienze esecutive nel palo;
- verificare i margini di sicurezza disponibili nei confronti della rottura del sistema palo-terreno;
- valutare le caratteristiche di deformabilità del sistema palo-terreno. Si definiscono:

- prove di collaudo le prove effettuate su pali e micropali facenti parte della fondazione, dei quali non bisogna compromettere l'integrità; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova (P_{max}) è in generale pari a 1.5 volte il carico di esercizio (P_{es});

- prove a carico limite le prove effettuate su pali e micropali appositamente predisposti all'esterno della palificata, spinte fino a carichi di rottura del sistema palo-terreno o prossimi ad essa; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova (P_{max}) è in generale pari a 2.5÷3 volte il carico di esercizio (P_{es});

Il numero e l'ubicazione dei pali e micropali da sottoporre a prova di carico devono essere stabiliti in funzione dell'importanza dell'opera, dell'affidabilità, in termini quantitativi, dei dati geotecnici disponibili e del grado di omogeneità del terreno.

L'Appaltatore dovrà effettuare prove di carico assiale sull'1% dei pali e micropali, con un minimo di almeno due pali o micropali per ogni opera e le prove di collaudo saranno eseguite in numero pari allo 0,5% del numero totale dei pali, con un numero minimo di 1 palo per opera.

I pali soggetti a prova di carico assiale potranno, a discrezione della Direzione Lavori, essere sottoposti anche a prova di ammettenza meccanica per valutare, tramite correlazione, la capacità portante statica di pali soggetti solo a prove dinamiche; la prova di ammettenza meccanica non è prevista per i micropali.

Le caratteristiche dei pali o micropali di prova (lunghezza, diametro, modalità esecutive, caratteristiche dei materiali, ecc.) dovranno essere del tutto simili a quelle dei pali o micropali dimensionati in fase di progetto.

4.1. PROVE SUI PALI DI GRANDE DIAMETRO

Prove di carico assiale

I carichi di prova saranno definiti di volta in volta dal progettista, in relazione alle finalità della prova stessa. Di norma il massimo carico di prova P prova sarà:

-$P_{prova} = 1.5\ P_{esercizio}$ per $D \leq 100$ cm e $P_{prova} = 1{,}2\ P_{esercizio}$ per $D > 100$ cm

-Pprova = Plim

ove con P_{lim} si indica la portata limite dell'insieme palo-terreno.

Attrezzatura e dispositivi di prova

Il carico sarà applicato mediante uno o più martinetti idraulici, con corsa $\geq$ 200 mm, posizionati in modo da essere perfettamente centrati rispetto all'asse del palo.

I martinetti saranno azionati da una pompa idraulica esterna. Martinetti e manometro della pompa saranno corredati da un certificato di taratura recente ($\approx$ 3 mesi).

Nel caso di impiego di più martinetti occorre che:

- i martinetti siano uguali;
l'alimentazione del circuito idraulico sia unica.

La reazione di contrasto sarà di norma ottenuta tramite una zavorra la cui massa M dovrà essere non inferiore a
1.2 volte la massa equivalente al massimo carico di prova:

$M \geq 1.2 \cdot P_{prova}/g = 0.12\ P_{prova}$

La zavorra sarà sostenuta con una struttura costituita da una trave metallica di adeguata rigidezza sul cui estradosso, tramite una serie di traversi di ripartizione, vanno posizionati blocchi di cls o roccia.

In alternativa la zavorra potrà essere sostituita con:

- pali di contrasto, dimensionati a trazione;
- tiranti di ancoraggio collegati ad un dispositivo di contrasto.

In questi casi si avrà cura di ubicare i pali o i bulbi di ancoraggio dei tiranti a sufficiente distanza dal palo di prova (minimo 3 diametri).

L'Appaltatore, nel caso di prove di carico con pali di contrasto, dovrà redigere un progetto dettagliato delle prove di carico indicando numero, interassi, dimensioni, e lunghezza dei pali;

Qualora sia richiesto l'uso di una centralina oleodinamica preposta a fornire al/ai martinetti la pressione necessaria, questa dovrà essere di tipo sufficientemente automatizzato per poter impostare il carico con la velocità richiesta, variarla in caso di necessità e mantenere costante il carico durante le soste programmate.

Per misurare il carico applicato alla testa del palo si interporrà tra il martinetto di spinta ed il palo una cella di carico del tipo ad estensimetri elettrici di opportuno fondo scala.

Nel caso non fosse disponibile tale tipo di cella, il carico imposto al palo verrà determinato in base alla pressione fornita ai martinetti misurata con un manometro oppure, dove previsto, misurata con continuità da un trasduttore di pressione collegato al sistema di acquisizione automatico e, in parallelo, con un manometro.

Il manometro ed il trasduttore di pressione, se utilizzati, dovranno essere corredati da un rapporto di taratura rilasciato da non più di 3 mesi da un laboratorio ufficiale.

Lo strumento di misura dovrà avere fondo scala e precisione adeguati e non inferiore al 5% del carico applicato per i manometri e del 2% per le celle di carico.

Se viene impiegato soltanto il manometro, il relativo quadrante dovrà avere una scala adeguata alla precisione richiesta.

È raccomandato l'inserimento di un dispositivo automatico in grado di mantenere costante (± 20 kN) il carico applicato sul palo, per tutta la durata di un gradino di carico ed indipendentemente dagli abbassamenti della testa del palo.

Per la misura dei cedimenti, saranno utilizzati tre comparatori centesimali, con corsa massima non inferiore a 50 mm, disposti a ≈ 120° intorno all'insieme palo-terreno.

Il sistema di riferimento sarà costituito da una coppia di profilati metallici poggianti su picchetti infissi al terreno ad una distanza di almeno 3 diametri dal palo.

Il sistema sarà protetto dall'irraggiamento solare mediante un telo sostenuto con un traliccio di tubi innocenti.

Preliminarmente all'esecuzione delle prove saranno eseguiti cicli di misure allo scopo di determinare l'influenza

delle variazioni termiche e/o di eventuali altre cause di disturbo.

Dette misure, compreso anche il rilievo della temperatura, saranno effettuate per un periodo di 24 ore con frequenze di 2 ore circa.

Preparazione della prova

I pali prescelti saranno preparati mediante regolarizzazione della testa previa scapitozzatura del cls e messa a nudo del fusto per un tratto di ≈ 50 cm.

Nel tratto di fusto esposto saranno inserite n.3 staffe metalliche, a 120°, per la successiva apposizione dei micrometri.

Sopra la testa regolarizzata si stenderà uno strato di sabbia di circa 3 cm di spessore, oppure una lastra di piombo.

Si provvederà quindi a poggiare una piastra metallica di ripartizione del carico di diametro adeguato, in modo da ricondurre la pressione media sul conglomerato a valori compatibili con la sua resistenza a compressione semplice.

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

L'altezza dei due appoggi deve essere sufficiente a consentire il posizionamento dei martinetti e dei relativi centratori e del sistema di riferimento per la misura dei cedimenti (h min. = 1.5 m).

Tra i martinetti e la trave sarà interposto un dispositivo di centramento del carico, allo scopo di eliminare il pericolo di ovalizzazione del pistone.

Gli stessi accorgimenti saranno adottati anche nel caso in cui la trave o struttura di contrasto farà capo a pali o tiranti di ancoraggio.

Programma di carico

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

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

1° CICLO

a) Applicazione di "n" ($n \geq 4$) gradini di carico successivi, di entità pari a δP, fino a raggiungere il carico P_{es}.

b) In corrispondenza di ciascun gradino di carico si eseguiranno misure dei cedimenti con la seguente

frequenza:

- t = 0 (applicazione del carico)
- t = 2'
- t = 4'
- t = 8' t =15'

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

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

Per il livello corrispondente a P_{es} il carico viene mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi si procede allo scarico mediante almeno 4 gradini, in corrispondenza dei quali si eseguono misure a:

- t = 0
- t = 5'
- t = 10'
- t = 15'

Allo scarico le letture verranno eseguite anche a:

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

2° CICLO

a) Applicazione di "m" ($m \geq 9$) gradini di carico δP fino a raggiungere il carico P_{prova} (o P_{lim}).

b) In corrispondenza di ogni livello di carico si eseguiranno misure di cedimento con la stessa frequenza e limitazioni di cui al punto "b" del 1° Ciclo.

c) Il carico P_{prova} , quando è minore di P_{lim} , sarà mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi il palo sarà scaricato mediante almeno 3 gradini (di entità 3 δP) con misure a:

- t = 0
- t = 5'
- t = 10'
- t = 15'

A scarico ultimato si eseguiranno misure fino a t = 60';una lettura finale sarà effettuata 12 ore dopo che il palo è stato completamente scaricato.

Si considererà raggiunto il carico limite Plim , e conseguentemente si interromperà la prova, allorquando risulti verificata una delle seguenti condizioni:

- cedimento (P_{lim}) $\geq$ 2 cedimento (P_{lim} - δP)
- cedimento (P_{lim}) $\geq$ 0.10 diametri.

<u>Risultati della prova</u>
Le misure dei cedimenti saranno registrate utilizzando moduli contenenti:

- il n° del palo con riferimento ad una planimetria;
- l'orario di ogni singola operazione;
- la temperatura;
- il carico applicato;
- il tempo progressivo di applicazione del carico;
- le corrispondenti misure di ogni comparatore;
- i relativi valori medi;

- le note ed osservazioni.

Le tabelle complete delle letture tempo-carico-cedimento costituiranno il verbale della prova.

Le date e il programma delle prove dovranno essere altresì comunicati alla Direzione Lavori con almeno 7 giorni di anticipo sulle date di inizio.
La documentazione fornita dall'esecutore della prova dovrà comprendere i seguenti dati:

- tabelle complete delle letture tempo-carico-cedimento che le indicazioni singole dei comparatori e la loro media aritmetica; (Sono richieste anche le fotocopie chiaramente leggibili della documentazione originale di cantiere ("verbale")).
- diagrammi carichi-cedimenti finali per ciascun comparatore e per il valore medio;
- diagrammi carichi-cedimenti (a carico costante) per ciascun comparatore e per il valore medio;
- numero di identificazione e caratteristiche nominali del palo (lunghezza, diametro);
- stratigrafia del terreno rilevata durante la perforazione (pali trivellati);
- geometria della prova (dispositivo di contrasto, travi portamicrometri, etc.);
- disposizione, caratteristiche e certificati di taratura della strumentazione;
- scheda tecnica del palo, preparata all'atto dell'esecuzione.
- relazione tecnica riportante l'elaborazione dei dati e l'interpretazione della prova medesima nonché l'individuazione del carico limite con il metodo dell'inverse pendenze.

Prove di carico su pali strumentati

Quando richiesto, le prove di carico assiali, oltre che per definire la curva carico-cedimento alla testa del palo, avranno lo scopo di valutare l'entità e la distribuzione del carico assiale e della curva di mobilitazione dell'attrito lungo il palo. Pertanto dovranno essere predisposte una serie di sezioni strumentate nel fusto del palo, e anche alla base del palo stesso. I dispositivi indicati nel presente paragrafo sono pertanto da considerarsi aggiuntivi rispetto a quanto descritto in precedenza nel presente capitolo.

Per i pali strumentati, ad ultimazione del getto, verrà eseguito un controllo generale della strumentazione per verificare l'integrità a seguito delle operazioni di realizzazione del palo.

Ulteriori controlli con registrazione dei dati verranno eseguiti a 7, 14 e 28 giorni ed immediatamente prima della prova di carico. Quest'ultima costituirà la misura di origine per le successive letture.

Attrezzature e dispositivi di prova

Lungo il fusto del palo saranno predisposte delle sezioni strumentate il cui numero e la cui ubicazione sarà stabilito di volta in volta in accordo con la Direzione Lavori. In ogni caso dovranno essere previste almeno 4 sezioni strumentate.

Indicativamente la sezione strumentata superiore sarà ubicata in prossimità della testa del palo, esternamente al terreno.

Qualora non fosse possibile realizzare la sezione strumentata di testa al di sopra del piano lavoro, dopo l'esecuzione del palo si procederà ad isolare il palo dal terreno circostante fino alla quota della sezione strumentata di testa; in questo caso la sezione strumentata di testa sarà posizionata il più vicino possibile al piano lavoro.

Le dimensioni geometriche di questa sezione strumentata dovranno essere accuratamente misurate prima delle prove.
Tale sezione consentirà di avere indicazioni sul modulo del calcestruzzo in corrispondenza dei vari gradini di carico e sarà di riferimento per il comportamento di tutte le altre.
Ogni sezione strumentata sarà costituita da almeno 3 estensimetri elettrici disposti su di una circonferenza, a circa 120° l'uno dall'altro.

Le celle estensimetriche saranno fissate all'armatura longitudinale e protette dal contatto diretto con il calcestruzzo.

Esse saranno corredate di rapporto di taratura rilasciato da un laboratorio ufficiale. Per ogni sezione strumentata si ammetteranno tolleranze non superiori a 10 cm rispetto alla quota teorica degli estensimetri elettrici.

La punta del palo verrà strumentata mediante una cella di carico costituita da estensimetri elettrici. La sezione

verrà ubicata alla distanza di circa 1 diametro dalla base del palo.

La misura degli spostamenti alla base del palo verrà realizzata con un estensimetro meccanico a base lunga. Esso misurerà le deformazioni relative tra la base e la testa del palo.

L'ancoraggio dello strumento sarà posizionato alla quota degli estensimetri elettrici e la misura sarà riportata in superficie mediante un'asta di acciaio rigida avente coefficiente di dilatazione termica comparabile con quello del calcestruzzo.

Sarà eliminato il contatto con il calcestruzzo circostante mediante una tubazione rigida di acciaio di circa 1" di diametro esterno.

Particolare cura sarà posta nel rendere minimo l'attrito tra asta interna e tubazione esterna utilizzando, ad esempio, distanziali di materiale antifrizione e altri sistemi analoghi, prestando attenzione ad usarne un numero sufficiente, ma non eccessivo.

Occorrerà garantire una perfetta tenuta tra l'ancoraggio ed il tubo esterno al fine di evitare intrusioni di calcestruzzo nell'intercapedine asta-tubo di protezione all'atto del getto.

Come per gli altri tipi di tubazione anche questa sarà portata sino in superficie a fuoriuscire dalla testa del palo a fianco della piastra di ripartizione.

In questo punto verranno installati dei trasduttori di spostamento lineari con fondo scala di circa 20÷30 mm e precisione dello 0.2% del fondo scala, per la misura in continuo degli spostamenti relativi fra il tubo di protezione (testa del palo) e l'ancoraggio solidale alla base del palo.

La testa di questo strumento andrà adeguatamente protetta contro avverse condizioni atmosferiche, contro urti meccanici accidentali e contro le variazioni di temperatura.

Gli estensimetri andranno fissati alle staffe dell'armatura e saranno dotati di barre di prolunga in acciaio da entrambi i lati non inferiori a 50 cm.

Gli strumenti saranno adeguatamente protetti da possibili urti del tubo getto con rinforzi e protezioni in acciaio da definirsi sul posto.

Tutti i cavi elettrici provenienti dagli estensimetri dovranno essere protetti dal diretto contatto meccanico con i ferri d'armatura.

Normalmente si farà in modo che le tubazioni da inserire nella gabbia siano simmetricamente disposte all'interno della sezione.

L'uscita dei cavi dalla testa del palo non dovrà costituire un ingombro alle operazioni successive. Le modalità di installazione e protezione dei cavi saranno comunicate alla Direzione Lavori.

Preparazione ed esecuzione della prova
Si applicano integralmente le specifiche precisate precedentemente e seguenti.

Prove di carico laterale
Queste prove dovranno essere effettuate nel caso in cui ai pali di fondazione sia affidato il compito di trasmettere al terreno carichi orizzontali di rilevante entità.

Il numero ed i pali da sottoporre a prova sarà definito dal progettista e/o concordato con la Direzione Lavori.

Nella esecuzione delle prove ci si atterrà alle prescrizioni già impartite per le prove di carico assiale, salvo quanto qui di seguito specificato.
Il contrasto sarà di norma ottenuto utilizzando un palo di caratteristiche geometriche analoghe, distante almeno 3 diametri.

Il martinetto sarà prolungato mediante una trave di opportuna rigidezza.

Gli spostamenti saranno misurati su entrambi i pali. Si utilizzeranno per ciascun palo 2 coppie di comparatori centesimali fissati alla stessa quota; la prima coppia sarà disposta in posizione frontale rispetto alla direzione di carico; la seconda coppia sarà disposta in corrispondenza dell'asse trasversale alla direzione di carico.

Per la misura delle deformazioni durante la prova di carico, la Direzione Lavori indicherà i pali nei quali posizionare, prima del getto, dei tubi inclinometrici.

Si utilizzeranno tubi in alluminio a 4 scanalature, diametro d 81/76 mm, resi solidali alla gabbia di armatura a mezzo di opportune legature.

Le misure saranno effettuate con una sonda inclinometrica perfettamente efficiente, di tipo bi-assiale, previo rilevamento delle torsioni iniziali del tubo-guida.

Se richiesto dalla Direzione Lavori anche i pali sottoposti a prove di carico laterale potranno avere sezioni strumentate con estensimetri elettrici a varie profondità.

4.2. PROVE DI CARICO SU MICROPALI

Prove di carico assiale

I carichi di prova saranno definiti di volta in volta dal progettista, in relazione alle finalità della prova stessa.

Di norma il massimo carico di prova P_{prova} sarà: $P_{prova} = 1.5\ P_{esercizio}$

$P_{prova} = P_{lim}$

ove con P_{lim} si indica la portata limite dell'insieme micropalo-terreno.

Attrezzature e dispositivi di prova

Le attrezzature ed i dispositivi per l'applicazione e per la misura del carico, ed i dispositivi per la misura dei cedimenti saranno conformi alle specifiche precisate in precedenza.
È ammessa l'esecuzione di prove di carico a compressione mediante contrasto su micropali laterali, a condizione che:

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

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

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

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

Nel tratto di fusto esposto saranno inserite 3 staffe metalliche, a 120°, per il posizionamento dei micrometri.

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

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

L'altezza degli appoggi dovrà essere sufficiente a consentire il posizionamento del martinetto e del relativo centratore, e del sistema di riferimento per la misura dei cedimenti.

Tra il martinetto e la trave sarà interposto un dispositivo di centramento del carico, allo scopo di eliminare il pericolo di ovalizzazione del pistone.

Gli stessi accorgimenti saranno adottati anche nel caso in cui la trave di contrasto farà capo ad una coppia di micropali posti lateralmente al micropalo da sottoporre a prova di compressione.

Programma di carico

Il programma di carico sarà definito di volta in volta, in relazione alle finalità della prova.

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

1° CICLO

a) Applicazione di "n" ($n \geq 4$) gradini di carico successivi, di entità pari a δP, fino a raggiungere il carico P_{es}.

b) In corrispondenza di ciascun gradino di carico si eseguiranno misure dei cedimenti con la seguente frequenza:

- t = 0 (applicazione del carico)
- t = 2'
- t = 4'
- t = 8'
- t = 15'

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

Il cedimento s è considerato stabilizzato se, a parità di carico, è soddisfatta la condizione tra due misure successive (δt = 15'):

$s \leq 0.025$ mm.

c) Per il livello corrispondente a P_{es} il carico viene mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi si procede allo scarico mediante almeno 3 gradini, in corrispondenza dei quali si eseguono misure a t = 0, t = 5', t = 10', t =15'.
Allo scarico le letture verranno eseguite anche a t = 30', t = 45' e t = 60'.

2° CICLO

a) Applicazione rapida di un carico di entità 1/3 P_{es}
b) Lettura dei cedimenti a t = 0, 1', 2', 4', 8', 15'
c) Scarico rapido e letture a t = 0 e 5'
d) Applicazione rapida di un carico di entità 2/3 P_{es}
e) Lettura dei cedimenti come in "b"
f) Scarico come in "c"
g) Applicazione rapida di un carico di entità pari a P_{es}
h) Lettura dei cedimenti come in "b"
i) Scarico con letture a t = 0, 5', 10', 15' e 30'.

3° CICLO

a) Applicazione di "m" ($m \geq 9$) gradini di carico δP fino a raggiungere il carico P_{prova} (o P_{lim}).

b) In corrispondenza di ogni livello di carico si eseguiranno misure di cedimento con la stessa frequenza e limitazioni di cui al 1° ciclo, punto "b".

c) Il carico P_{prova}, quando è < P_{lim}, sarà mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi il palo sarà scaricato mediante almeno 3 gradini con misure a t = 0, t = 5' e t = 10' e t = 15'. A scarico ultimato si eseguiranno misure fino a t = 60'.
Si considererà raggiunto il carico limite P_{lim}, e conseguentemente si interromperà la prova, allorquando misurando il cedimento s risulterà verificata una delle seguenti condizioni:

- $s(P_{lim}) \geq 2 \cdot s(Plim - \delta P)$

$s(P_{lim}) \geq 0.2\ d + s_{el}$ ove :

d = diametro del micropalo
s_{el} = cedimento elastico del micropalo.

Risultati delle prove
Le misure dei cedimenti saranno registrate con le stesse modalità indicate in precedenza.

4.3. PROVE NON DISTRUTTIVE

Scopo dei controlli non distruttivi è quello di verificare le caratteristiche geometriche e meccaniche dei pali, non compromettendone l'integrità strutturale. A tale scopo potrà essere richiesta l'esecuzione di:
A) prove geofisiche;

B) carotaggio continuo meccanico;

C) scavi attorno al fusto del palo.

Per tutti i controlli non distruttivi l'Appaltatore provvederà a sottoporre alla approvazione della Direzione Lavori le specifiche tecniche di dettaglio.

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

Il primo tipo di controllo potrà essere eseguito per qualsiasi tipo di palo; il secondo sarà applicato ai soli pali trivellati di diametro > 800 mm.
Il numero dei controlli sarà di volta in volta stabilito dalla Direzione Lavori anche in relazione alla importanza dell'opera, al tipo di palo, alle caratteristiche geotecniche e idrogeologiche dei terreni di fondazione e alle anomalie riscontrate durante l'esecuzione dei pali.

I pali da sottoporre a controllo mediante prove geofisiche saranno prescelti dalla Direzione Lavori.
Prove geofisiche da testa palo verranno eseguite dall'Appaltatore a sua cura, sotto il controllo della Direzione Lavori, sul 15% del numero totale dei pali e comunque su tutti quei pali ove fossero state riscontrate inosservanze rispetto a quanto prescritto dal presente Capitolato.

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

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

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

Carotaggio continuo meccanico
Il carotaggio dovrà essere eseguito con utensili e attrezzature tali da garantire la verticalità del foro e consentire il prelievo continuo allo stato indisturbato del conglomerato e se richiesto del sedime d'imposta.
Allo scopo saranno impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a 60 mm.

Nel corso della perforazione dovranno essere rilevate le caratteristiche macroscopiche del conglomerato e le discontinuità eventualmente presenti, indicando in dettaglio la posizione e il tipo delle fratture, le percentuali di carotaggio, le quote raggiunte con ogni singola manovra di avanzamento.

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

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

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

Scavi attorno al fusto del palo
Verranno richiesti ogni qualvolta si nutrano dubbi sulla verticalità e regolarità della sezione nell'ambito dei primi 4.0 – 5.0 m di palo.

Il fusto del palo dovrà essere messo a nudo e pulito con un violento getto d'acqua e reso accessibile all'ispezione visiva.

Successivamente si provvederà a riempire lo scavo con materiali e modalità di costipamento tali da garantire il ripristino della situazione primitiva.

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

5.0. SPECIFICA DI CONTROLLO

5.1. GENERALITÀ

La seguente specifica si applica alle varie tipologie di pali di fondazione precedentemente descritte.

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e più specificatamente, quella di progetto quali disegni, specifiche tecniche, etc..

Sono altresì comprese tutte le Norme tecniche vigenti in materia.

Le procedure delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come minima e dovrà essere incrementata in ragione delle difficoltà tecniche e realizzative.

La Normativa di riferimento per esercitare i seguenti controlli è indicata nel seguente prospetto:

Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Febbraio 2018)"
D.M. 11/03/1988;
AGI- Raccomandazioni sui pali di fondazione (1984); Norme UNI 7163 – 1979;
DIN – 4150;
D. M. 16/01/96.

L'Appaltatore dovrà attrezzare con le predisposizioni necessarie per l'effettuazione di controlli non distruttivi di tipo sonico (per pali di medio e grande diametro) il 30% dei pali realizzati.

Questi infatti, sono prove da eseguirsi su pali prescelti prima della loro esecuzione, in quanto devono essere attrezzati con tubazioni (uno o più) da annegare nel getto di calcestruzzo, aventi diametro interno non inferiore a 1'' ½.

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

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

5.2. PALI INFISSI

Per i pali infissi gettati in opera e per i pali prefabbricati in cantiere, si dovrà verificare che ogni lotto di armature posto in opera, sia accompagnato dai relativi certificati del fornitore, e comunque essere conforme alle

prescrizioni previste in progetto.
In assenza di tali certificazioni il materiale non potrà essere posto in opera.

Per quanto riguarda il calcestruzzo, questo potrà provenire già preconfezionato da appositi fornitori, oppure essere prodotto in cantiere con opportune centrali di betonaggio.

In entrambi i casi il calcestruzzo dovrà soddisfare alle indicazioni previste in progetto e del presente Capitolato.
La Direzione Lavori avrà la facoltà di fare eseguire prove per la verifica delle caratteristiche dei materiali.
Per quanto riguarda i pali realizzati mediante l'infissione di rivestimenti metallici, questi dovranno soddisfare le indicazioni riportate in precedenza nel presente Capitolato.

Nel caso sia previsto un rivestimento protettivo per la camicia metallica, si dovrà che questo sia presente su tutto il rivestimento e sia al tempo stesso integro nonché rispondente alle indicazioni di progetto e del presente Capitolato.

Nel caso di impiego di pali infissi prefabbricati in stabilimento, ogni lotto utilizzato dovrà essere accompagnato dai relativi certificati per l'armatura metallica utilizzata e per il calcestruzzo impiegato (Rck).
L'Appaltatore dovrà operare in maniera tale che per ogni palo prefabbricato sia rintracciabile il lotto corrispondente di materiale impiegato.

In assenza di tali certificazioni i manufatti corrispondenti non potranno essere posti in opera.

La Direzione Lavori avrà la facoltà di fare eseguire prove per la verifica delle geometrie e delle caratteristiche dei materiali.

I pali infissi dovranno essere realizzati nel rispetto delle tolleranze che sono riportate in corrispondenza dei punti 3.1.1.0. e 3.1.2.0. del presente Capitolato, rispettivamente per ciascuna tipologia di palo impiegato.

Per ciascun palo l'Appaltatore dovrà redigere una scheda dove verrà riportato quelli che sono i risultati dei controlli delle tolleranze, ed inoltre dovrà essere riportato:

n° progressivo del palo così come riportato nella planimetria di progetto;
data di infissione;
dati tecnici dell'attrezzatura;
informazioni relative alla locale stratigrafia;
tempo di infissione;
rifiuto ogni 0,1 m negli ultimi 4 m, e ogni 1 m nel tratto precedente;
profondità di progetto;
rifiuti per eventuale ribattitura;
eventuale strumentazione e posizione della stessa per il controllo dell'efficienza del battipalo e della velocità terminale del maglio;
controllo delle vibrazioni (DIN – 4150);
risultati delle eventuali prove richieste dalla Direzione Lavori;
caratteristiche dei materiali costituenti il manufatto e lotto di appartenenza dello stesso. Nel caso di pali battuti gettati in opera, oltre ai precedenti controlli:
data del getto;
tipo di tappo impiegato;
quantità di calcestruzzo posto in opera nella formazione dell'eventuale bulbo e fusto;
misura dello "slump" (per ogni betoniera o per ogni 10 m3 di materiale posto in opera);
numero dei prelievi per il controllo della resistenza a compressione e valori della stessa, così come indicato nel presente Capitolato, ed inoltre quando richiesto dalla Direzione Lavori;
geometria delle gabbie di armatura;
eventuali ulteriori prove richieste dalla Direzione Lavori.

5.3. PALI TRIVELLATI

Per i pali trivellati, si dovrà verificare che ogni lotto di armatura posto in opera, sia accompagnato dai relativi certificati del fornitore, e comunque essere conforme alle prescrizioni previste per tale materiale.

In assenza di tali certificazioni il materiale non potrà essere posto in opera.

Per quanto riguarda il calcestruzzo, questo potrà provenire già preconfezionato da appositi fornitori, oppure essere prodotto in cantiere con opportune centrali di betonaggio.

In entrambi i casi il calcestruzzo dovrà soddisfare alle indicazioni previste in progetto e precisate in precedenza nel presente Capitolato.

La Direzione Lavori avrà la facoltà di fare eseguire prove per la verifica delle caratteristiche dei materiali.

Nel caso si venga ad impiegare un rivestimento di acciaio si dovrà verificare che questo presenti le caratteristiche così come indicato in progetto e nel presente Capitolato .

Durante le operazioni di getto si dovrà verificare che queste vengano effettuate secondo le modalità precisate in precedenza.
Per ciascun palo l'Appaltatore dovrà redigere una scheda dove verranno riportati i risultati dei controlli delle tolleranze, ed inoltre dovranno essere riportati i risultati dei seguenti controlli:

n° progressivo del palo così come riportato nella planimetria di progetto;
informazioni relative alla locale stratigrafia;
dati tecnici dell'attrezzatura;
data di inizio e fine perforazione, nonché di inizio e fine getto;
eventuali impieghi dello scalpello o altri utensili per il superamento di zone cementate o rocciose e corrispondente profondità di inizio e fine tratta;
profondità di progetto;
profondità effettiva raggiunta dalla perforazione, e la stessa prima di calare il tubo getto;
risultati dei controlli eseguiti sull'eventuale fango di perforazione e della presenza dell'eventuale controcamicia;
additivi usati per il fango;
caratteristiche dell'eventuale rivestimento metallico;
il rilievo della quantità di calcestruzzo impiegato per ogni palo. Il rilievo dose per dose (dose = autobetoniera) dell'assorbimento di calcestruzzo e del livello raggiunto dallo stesso entro il foro in corso di getto, sarà fatto impiegando uno scandaglio a base piatta, su almeno i primi 10 pali e sul 10% dei pali successivi. In base a questo rilievo potrà essere ricostituito l'andamento del diametro medio effettivo lungo il palo (profilo di getto).;
misura dello "slump" (per ogni betoniera o per ogni 10 m3 di materiale posto in opera);
numero dei prelievi per il controllo della resistenza a compressione e valori della stessa, così come indicato nel presente Capitolato, ed inoltre quando richiesto dalla Direzione Lavori;
geometria delle gabbie di armatura;
risultati delle eventuali prove effettuate e richieste dalla Direzione Lavori;
caratteristiche dei materiali costituenti il manufatto e lotto di appartenenza dello stesso.
I risultati dell'operazione di scapitozzatura e dell'eventuale ripristino del palo sino alla quota di sottoplinto.

<u>Controllo del fango bentonitico</u>
Per il controllo della qualità del fango si eseguiranno, a cura e spese dell'Appaltatore e in contraddittorio con la Direzione Lavori, determinazioni sistematiche delle seguenti caratteristiche:

a) peso di volume;

b) viscosità MARSH;

c) contenuto in sabbia;

ripetendo le misure con la frequenza e le modalità di prelievo sottoindicate. Fanghi freschi maturati (determinazione delle caratteristiche a e b):

prelievo nella vasca di maturazione con frequenza quotidiana, per ogni impianto di preparazione fanghi.

Fanghi in uso, nel corso della escavazione (determinazione della caratteristica A):

prelievo entro il cavo, mediante campionatore, alla profondità sovrastante di 50 cm quella raggiunta dall'escavazione al momento del prelievo, con frequenza di un prelìevo per ogni elemento (palo o pannello di diaframma) al termine dell'attraversamento degli strati più sabbiosi o al termine delle operazioni di scavo.

Fanghi prima dell'inizio del getto del conglomerato cementizio (determinazione delle caratteristiche a e c):

- prelievo mediante campionatore, alla profondità di 80 cm sopra il fondo dello scavo con frequenza di prelievo per ogni elemento da eseguire dopo che le armature metalliche ed il tubo di convogliamento sono già stati posti in opera. La Direzione lavori potrà richiedere ulteriori controlli delle caratteristiche dei fanghi bentonitici impiegati, in particolare nella fase iniziale di messa a punto delle lavorazioni.

L'Appaltatore dovrà disporre in cantiere di una adeguata attrezzatura di laboratorio per il controllo del peso specifico o di volume, della viscosità, del contenuto in sabbia, del pH, dell'acqua libera, e dello spessore del "cake";

mentre per la constatazione delle seguenti caratteristiche:

- residui al setaccio n. 38 della serie UNI n.2331 - 2332;
- tenore di umidità;
- limite di liquidità;
- decantazione della sospensione al 6%;

si ricorrerà a cura e spese dell'Appaltatore, a Laboratorio Ufficiale.

Prove di controllo
Caratteristiche e modalità d'uso delle apparecchiatura che dovranno essere a disposizione in cantiere.

Misure del peso specifico o di volume
Si userà di regola una bilancia che consiste in un'asta graduata in g/l imperniata al basamento e munita ad un estremo di contrappeso ed all'altro di un contenitore per il fango.

Quest'ultimo una volta riempito di fango sarà chiuso con un coperchio forato.

Si garantirà il completo riempimento del contenitore facendo in modo che del fango fuoriesca dal foro.

Successivamente si avrà cura di pulire l'esterno del contenitore e del coperchio.

Si sposterà il cursore posto sull'asta finché questa assumerà una posizione orizzontale, individuata dalla bolla della livella montata sull'asta.

In tale posizione si leggerà direttamente sull'asta il peso di volume del fango racchiuso nel contenitore.

Per la taratura si riempirà il contenitore di acqua distillata controllando che il peso di volume indicato dal cursore corrisponda a 1000 g/l; in caso contrario si toglieranno o aggiungeranno dei pallini di piombo nel corpo del contrappeso.

L'approssimazione delle misure dovrà essere di $\pm$ 5 g/l.

Misura della viscosità
Si userà di regola l'imbuto di Marsh che consiste in un recipiente tronco - conico, avente la forma e le dimensioni seguenti: diametro della base superiore 152 mm (611), altezza del tronco di cono 305 mm (1211); base inferiore costituita da ugello cilindrico di diametro interno 4,76 mm (3/1611) e altezza 50,8 mm (211). Si riempirà l'imbuto tenendo manualmente otturato il tubicino.

Durante il riempimento si avrà cura di fare passare il fango attraverso la reticella che è posta sulla bocca del recipiente permettendo così il filtraggio delle eventuali impurità.

La viscosità del fango sarà determinata misurando il tempo di deflusso del contenuto del cono compreso tra il livello corrispondente ad un riempimento di 1500 cm^3 e il livello corrispondente 500 cm^3.

Misura del pH
Questa misura si effettuerà usando delle speciali cartine reagenti dotate della capacità di assumere per ogni valore del pH un particolare colore.

Dopo avere immerso la cartina nel fango, si confronterà il colore che la cartina ha assunto con quelli di riscontro: il corrispondente colore indicherà il valore del pH del fango.

Si avrà cura di non toccare con le mani la cartina reagente per non falsare la misura.

Misura del contenuto in sabbia

Si userà di regola un sabbiometro costituito da: una provetta conica graduata, un imbuto ed un filtro con rete a 200 MESH.

Si riempirà di fango la provetta fino al primo livello; poi si aggiungerà acqua fino al secondo livello indicato sulla provetta stessa.

Si otturerà con il pollice la bocca della provetta e si agiterà energicamente in modo da diluire il fango con l'acqua. Si verserà il contenuto della provetta attraverso il filtro avendo cura di sciacquare la provetta con acqua pulita. Si porrà quindi l'imbuto sulla provetta lavata e su di esso si disporrà il filtro rovesciato in modo che tutte le parti sabbiose trattenuti cadano nella provetta.

Lavando il filtro con acqua pulita si farà scendere tutta la sabbia nella provetta e la si farà decantare.

Si leggerà direttamente sulla graduazione della provetta il contenuto percentuale volumetrico in sabbia del fango esaminato.

Misura dell'acqua libera e dello spessore del “cake”

Si userà una filtropressa che è di regola costituita da un telaio sul quale viene alloggiato un contenitore cilindrico munito superiormente dì una apposita vite di blocco ed inferiormente di un tubicino che lo collega ad un cilindretto graduato.

Il contenitore a sua volta è composto, dal basso verso l'alto, dai seguenti elementi: un basamento, nel quale è inserito il tubicino; una guarnizione di gomma; una reticella; un disco di carta filtro; un'altra guarnizione di gomma; una cella; una terza guarnizione di gomma; un coperchio (predisposto per essere collegato ad una bomboletta di CO_2) .

Per l'uso si assemblerà la cella con il basamento avendo cura di usare ogni volta un disco di carta da filtro nuovo. Quindi si riempirà la cella con fango fino a 6 mm dal bordo superiore della cella.
Poi si monterà il coperchio e si alloggerà la cella nel telaio bloccandola permanente con la vite di pressione. Poi si monterà la bomboletta di CO_2 e si darà pressione alla cella controllando che la pressione della cella sia di 7 bar.

Nello stesso momento in cui si darà pressione si farà scattare il cronometro e si misurerà l'acqua che esce dal tubicino posto al fondo della base della cella.

L'acqua sarà raccolta nel cilindretto graduato.

Le misure in cm^3 verranno effettuate dopo 30 minuti primi ed indicheranno il valore di acqua libera del fango esaminato.

Finita la prova si estrarrà la carta da filtro e si misurerà lo spessore in millimetri del pannello di fango (cake) formatosi sul filtro.

Controllo del fango biodegradabile

Per il controllo di qualità del fango, a cura dell’Appaltatore e in contraddittorio con la Direzione Lavori, si eseguiranno determinazioni sistematiche delle seguenti caratteristiche:

densità del fango biodegradabile fresco;
densità del fango biodegradabile e viscosità del fango pronto per l’impiego;
prova di decadimento.

I suddetti controlli verranno effettuati con frequenza quotidiana, per ogni impianto di preparazione fanghi, tranne che la prova di decadimento, che dovrà essere eseguita con frequenza settimanale, presso il laboratorio di

cantiere.

La formula prevista e studiata dall'Appaltatore potrà essere assoggettata ad ulteriori prove se richieste dalla Direzione Lavori.

5.4. PALI TRIVELLATI AD ELICA

Per i le indicazioni riportate in precedenza.
Per ciascun palo l'Appaltatore materiali impiegati valgono dovrà redigere una scheda dove dovranno essere riportati i controlli delle tolleranze ed inoltre dovranno essere riportati i risultati dei seguenti controlli:

n° progressivo del palo così come riportato nella planimetria di progetto;
informazioni relative alla locale stratigrafia;
dati tecnici dell'attrezzatura;
data di inizio e fine perforazione, nonché di inizio e fine getto;
tempi di perforazione per tratte successive di 5 m, e di 1 m nel tratto finale;
profondità di progetto;
profondità effettiva raggiunta dalla perforazione;
il rilievo della quantità di calcestruzzo impiegato per ogni palo;
misura dello "slump" (per ogni betoniera o per ogni 10 m^3 di materiale posto in opera);
numero dei prelievi per il controllo della resistenza a compressione e valori della stessa, così come indicato nel presente Capitolato, ed inoltre quando richiesto dalla Direzione Lavori;
geometria delle gabbie di armatura;
spinta del mandrino, misurata durante l'estrazione della trivella;
risultati delle eventuali prove effettuate e richieste dalla Direzione Lavori;
caratteristiche dei materiali costituenti il manufatto e lotto di appartenenza dello stesso.

Nel caso si vengano a riscontrare delle differenze stratigrafiche rispetto alla situazione nota, o di particolari anomalie riscontrate nei tempi di perforazione, qualora le condizioni reali risultino inferiori a quelle di progetto, l'Appaltatore dovrà procedere al riesame della progettazione e dovrà definire gli eventuali provvedimenti (modifica del numero e profondità dei pali, esecuzione dei prefori, etc.) che dovranno essere concordati con la Direzione Lavori.

5.5. MICROPALI

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

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

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

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

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

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

Le modalità di preparazione ed uso, dovranno essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori. Il controllo della profondità dei prefori, rispetto alla quota di sottoplinto, verrà effettuato in doppio modo:
in base alla lunghezza delle aste di perforazione immerse nel foro al termine della perforazione, con l'utensile appoggiato sul fondo; in base alla lunghezza dell'armatura.
L'accettazione delle armature verrà effettuata: nel caso di armature in barre longitudinali ad aderenza migliorata, in base alla rispondenze al progetto dei vari diametri nominali e delle lunghezze; nel caso di armature a tubo di acciaio , in base alle lunghezze, al diametro e allo spessore dei tubi previsti in progetto.

In corso di iniezione si preleverà un campione di miscela per ogni micropalo, sul quale si determinerà il peso specifico e la decantazione (bleeding) mediante buretta graduata.

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

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

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

L'esecuzione del singolo micropalo sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Appaltatore in contraddittorio con la Direzione Lavori di una apposita scheda sulla quale si registreranno i controlli delle tolleranze e i dati seguenti:

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

- TIRANTI DI ANCORAGGIO -

1.0. CLASSIFICAZIONE, DEFINIZIONI E NORMATIVE CLASSIFICAZIONE

Le opere di cui in appresso sono riferite alla classificazione che segue:
a) Ancoraggi
Gli ancoraggi sono identificati dalle seguenti tipologie esecutive:
- Tiranti di ancoraggio
- Barre di ancoraggio e bulloni
- Chiodi.

b) Dreni
I dreni sono identificati dalle seguenti tipologie esecutive:
- microdreni
- trincee drenanti
- pozzi drenanti.

c) Trattamenti colonnari
I trattamenti colonnari identificano l'esecuzione di colonne di terreno consolidato, ottenute tramite:
- sistemi jetting (jet-grouting)
- mescolazione meccanica. d) Iniezioni

Le iniezioni identificano le attività, finalizzate al miglioramento ed alla impermeabilizzazione dei terreni e delle rocce, realizzate mediante iniezione di:
- miscele cementizie stabili ed instabili
- miscele con cementi microfini stabili.

DEFINIZIONI

Tiranti d'ancoraggio

Per tiranti di ancoraggio si intendono elementi strutturali connessi al terreno o alla roccia, che in esercizio sono sollecitati a trazione.
Le forze di trazione sono quindi applicate sulla struttura da tenere ancorata mediante una piastra di ripartizione (testata).
In tali elementi la sollecitazione di trazione è impressa in tutto, o in parte, all'atto del collegamento con l'opera ancorata.
Il tirante si compone delle seguenti parti:
• la testa, costituita dal dispositivo di bloccaggio e dalla piastra di ripartizione;
• il tratto libero intermedio di collegamento tra testa e tratto attivo;
• il tratto attivo (fondazione), che trasmette al terreno la forza di trazione del tirante. I tiranti, in relazione alla durata di esercizio, vengono distinti in:
• tiranti provvisori, la cui funzione deve essere espletata per un periodo di tempo limitato e definito a priori (inferiore a due anni);
• tiranti permanenti, la cui funzione deve essere espletata per un periodo di tempo commisurato alla vita utile dell'opera ancorata.
Di norma l'armatura dei tiranti di ancoraggio è costituita da un fascio di trefoli in acciaio, tipo c.a.p., solidarizzati al terreno mediante iniezioni cementizie.

Barre di ancoraggio e bulloni

Si tratta di elementi strutturali che, in esercizio, sono sollecitati a trazione, e che sono in grado di assorbire anche eventuali sollecitazioni taglianti.
Si tratta quindi di tiranti particolari, i cui elementi caratteristici sono:
• armatura costituita da una singola barra;
• lunghezza in genere limitata;
• solidarizzazione, di norma, per semplice cementazione.
Analogamente ai tiranti di ancoraggio è possibile operare distinzioni in base alle modalità di applicazione degli sforzi di trazione (attivi e passivi) ed in base alla durata di esercizio (provvisori e permanenti).
I bulloni sono generalmente caratterizzati dalla peculiarità di possedere dispositivi di ancoraggio ad espansione meccanica.

Chiodi

Si tratta di ancoraggi tipicamente passivi, costituiti da elementi strutturali operanti in un dominio di taglio e trazione conseguente ad una deformazione da taglio.
I chiodi sono quindi generalmente privi di testa di ripartizione e con l'armatura costituita da:
• barra in acciaio ad aderenza migliorata;
• profilato metallico;
• barra o tubo in vetroresina, con superficie corrugata o scabra.

Microdreni

I microdreni sono costituiti da fori appositamente realizzati nel terreno mediante sonde di perforazione ed attrezzi con tubi parzialmente o totalmente filtranti.
I microdreni possono avere lunghezza variabile ed essere inclinati fino alla quasi orizzontalità, a seconda dello scopo per cui il progetto ne prevede la installazione.

Trincee drenanti

Le trincee drenanti consistono in scavi di sezione prestabilita, riempiti con materiale arido permeabile, di granulometria selezionata. Le trincee sono di norma eseguite lungo le linee di massima pendenza delle scarpate da proteggere. La loro profondità può variare da 4÷5 m a 10÷15 m, per cui le attrezzature di scavo dovranno essere prescelte in base alle esigenze progettuali e alle loro effettive capacità operative.
Il fondo dello scavo dovrà essere adeguatamente impermeabilizzato, mediante posa di canalette in elementi prefabbricati in c.a. oppure impregnando con bitume il corrispondente tratto dei geotessili impiegati per rivestire le pareti dello scavo.

Pozzi drenanti

I pozzi drenanti sono utilizzati negli interventi di consolidamento di scarpate instabili, allo scopo di intercettare le acque di falda sino a grande profondità..
L'intervento consiste nella realizzazione di batterie di pozzi di diametro generalmente compreso fra 1.2 e 2 m, a interassi variabili fra 6 e 10 m circa, filtranti su tutto il mantello, reciprocamente collegati sul fondo con uno o più collettori di raccolta e scarico.
Le acque di drenaggio vengono smaltite per gravità, realizzando i collettori di fondo con una pendenza in genere non inferiore al 2%.

Trattamenti colonnari jetting (jet-grouting)
Si definiscono trattamenti colonnari jetting gli interventi di consolidamento e miglioramento dei terreni, mediante mescolazione in posto con leganti cementizi, con la tecnica esecutiva basata sull'impiego dei sistemi jetting (ad uno o più fluidi).
Perforato il terreno, l'iniezione jetting viene eseguita di norma in risalita, utilizzando quale circuito di iniezione la batteria di aste di perforazione e l'utensile di disgregazione, opportunamente corredato di ugelli di iniezione.
Per effetto della rotazione dell'asta durante l'estrazione, l'iniezione jetting realizza una colonna il cui diametro medio nominale dipende dalle modalità e dai parametri di iniezione utilizzati (n. dei fluidi, pressioni, velocità di rotazione e di risalita, etc.).
Gli elementi ottenuti, qualora previsto dal progetto, possono essere successivamente armati, utilizzando barre in acciaio ad aderenza migliorata o tubi metallici.
L'inserimento dell'armatura può avvenire a miscela cementizia fresca, per infissione a pressione, oppure riperforando le colonne con fanghi cementizi aventi la stessa composizione della miscela di iniezione.

Iniezioni
Le iniezioni costituiscono una tecnica atta a modificare le caratteristiche meccaniche (resistenza e deformabilità) e le caratteristiche idrauliche (permeabilità) di terreni porosi e di rocce fessurate o fratturate, o aventi cavità di varie dimensioni, per effetto dell'immissione di idonee miscele, attraverso fori di piccolo diametro.
Tali miscele sono dei fluidi (sospensioni, soluzioni, emulsioni) dotate di proprietà reologiche evolutive, inizialmente idonee alla penetrazione nel mezzo poroso o fratturato, e che raggiungono in seguito le caratteristiche adeguate agli scopi del trattamento.
I terreni iniettabili comprendono i terreni alluvionali o detritici, fino ad un certo limite di permeabilità (dalle ghiaie alle sabbie fini) e le rocce (da carsiche a microfessurate).
I trattamenti possono definirsi di:
• impregnazione, quando tendono a riempire i vuoti dei terreni sciolti porosi;
• intasamento, quando tendono a riempire fratture o cavità della roccia;
• ricompressione, quando tendono a formare, nei terreni fini, un reticolo di lenti resistenti e scarsamente deformabili, ottenuto per fratturazione idraulica (claquage).
Le miscele di iniezione consistono in:
• sospensioni di un legante idraulico in acqua con eventuali additivi stabilizzanti (miscele cementizie);
• soluzioni colloidali, ottenute sciogliendo in acqua colloidi puri (silicato di sodio) ed utilizzando reagenti organici (acetato di etile);
• soluzioni pure inorganiche, costituite da soluzioni acquose di silice pura con impiego di reagenti inorganici.
In relazione alla penetrabilità ed alla stabilità le sospensioni cementizie si definiscono: Capitolato Speciale d'Appalto - Norme Tecniche II-228
• miscele cementizie instabili, costituite da miscele binarie, nelle quali la fase solida tende a sedimentare con rilevante cessione di acqua libera (bleeding);
• miscele cementizie stabili, costituite da miscele ternarie (acqua- cemento-bentonite) o da miscele binarie corrette con additivi disperdenti e stabilizzanti;
• miscele con cementi microfini, costituite da miscele binarie, con impiego di cementi macinati e additivati.

NORMATIVE DI RIFERIMENTO

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti leggi e normative.
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Febbraio 2018).
- Raccomandazioni A.I.C.A.P. "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce", edizione 1993.
- Altre norme UNI-CNR, ASTM, DIN che saranno richiamate ove pertinenti.

2.0. TIRANTI DI ANCORAGGIO

Le caratteristiche geometriche e strutturali dei tiranti sono definite nel progetto esecutivo.

Elementi costitutivi dei tiranti e delle barre di ancoraggio
Nelle strutture di ancoraggio che lavorano totalmente o prevalentemente a trazione si distinguono i seguenti elementi:
a) Testata

E' il dispositivo di ripartizione delle sollecitazioni di ancoraggio sulla opera ancorata; è normalmente costituita da una piastra metallica di adeguate dimensioni, dotata di fori passanti per ospitare le armature, con i relativi dispositivi di bloccaggio, ed il condotto di iniezione.
b) Armatura
E' l'elemento destinato a trasmettere le sollecitazioni dalle testate al terreno o alla roccia; è costituita da trefoli o barre, a seconda del tipo di ancoraggio.
c) Tratto libero
E' la parte di armatura che non è solidarizzata al terreno o alla roccia, la cui lunghezza caratterizza la deformabilità dell'ancoraggio.
d) Fondazione (Bulbo di ancoraggio)
E' il tratto di armatura che viene solidarizzato al terreno o alla roccia e trasferisce le sollecitazioni per attrito. e) Canna di iniezione
E' costituito da un tubo generalmente in PVC, dotato o meno di valvole a manchettes, che viene collegato al circuito di iniezione per la solidarizzazione dell'ancoraggio al terreno o alla roccia. Nei tiranti di ancoraggio fra il tratto libero e la fondazione è di norma interposto un dispositivo di separazione, chiamato sacco otturatore, tenuto in sede da due tamponi posti alle estremità. La funzione del sacco otturatore è di bloccare le eventuali fughe di miscela cementizia attraverso il tratto libero; esso dunque è particolarmente necessario nei tiranti aventi inclinazione prossima all'orizzontale. Nei tiranti definitivi sono presenti dispositivi atti a realizzare la protezione delle armature anche in corrispondenza del
tratto di fondazione. Questo dispositivo è in genere costituito da una guaina in PVC corrugata, dotata di centratori
esterni, connessa tramite giunzioni a tenuta all'ogiva o puntale terminale, ed al tampone del sacco otturatore. Un condotto di iniezione, dotato di sfiato, consente di eseguire il riempimento a volume controllato dell'interno di questa guaina (bulbo interno). Nel caso di tiranti a iniezioni selettive, la guaina grecata è collegata alla canna di iniezione e reca incorporate delle valvole a manchettes.

PROVE TECNOLOGICHE PRELIMINARI

Prima di dare inizio ai lavori, la metodologia esecutiva dei tiranti, quale proposta dall'Appaltatore, dovrà essere messa a punto dalla stessa, a sua cura, mediante l'esecuzione di un adeguato numero di tiranti preliminari di prova.
Il numero dei tiranti preliminari di prova sarà stabilito dalla Direzione Lavori in base all'importanza dell'opera e al grado di omogeneità del sottosuolo.
Il numero minimo per le varie tipologie di tiranti di prova potrà essere riferito alle indicazioni fornite in tal senso dalle raccomandazioni A.I.C.A.P..
I tiranti preliminari di prova dovranno essere eseguiti in aree limitrofe a quelle interessanti i tiranti progetto e comunque rappresentative dal punto di vista geotecnico e idrogeologico.
Le modalità di applicazione e l'entità del carico massimo di prova e così pure la successione dei cicli di carico e scarico, saranno prescritti dalla Direzione Lavori, in accordo con eventuali prescrizioni di progetto e con le raccomandazioni A.I.C.A.P su "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce" (maggio 1993).
I tiranti preliminari di prova dovranno essere eseguiti alla presenza della Direzione Lavori cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi per i tiranti di progetto.
Nel caso l'Appaltatore proponga di variare nel corso dei lavori 'la metodologia esecutiva sperimentata ed approvata inizialmente, dovrà dar corso a sua cura e spese a nuove prove tecnologiche in ragione dello 0,5 % del numero totale dei tiranti ancora da eseguire con un minimo di un tirante prova.

SOGGEZIONI GEOTECNICHE, IDROGEOLOGICHE E AMBIENTALI

Le tecniche di perforazione e le modalità di connessione al terreno dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrogeologiche locali.
La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere messi a punto mediante l'esecuzione di tiranti di ancoraggio preliminari di prova, approvati dalla Direzione Lavori prima dell'inizio della costruzione dei tiranti di progetto.
Particolare cura dovrà essere posta relativamente alla verifica dell'aggressività dell'ambiente nei riguardi del cemento impiegato nella realizzazione della miscela di iniezione dei tiranti.
Tale verifica verrà eseguita, su richiesta della Direzione Lavori a cura e spese dell'Appaltatore. L'ambiente verrà dichiarato aggressivo quando:
• il grado idrotimetrico (durezza) dell'acqua del terreno o di falda risulti < 3 °F;
• il valore del pH dell'acqua risulti < 6;
• il contenuto in CO, disciolta nell'acqua risulti > 30 mg/l;
• il contenuto in NH4, dell'acqua risulti > 30 mg/l;
• il contenuto in ioni Mg dell'acqua risulti > 300 mg/l;
• il contenuto in ioni SO dell'acqua risulti > 600 mg/l oppure > 6000 mg/kg di terreno secco;

• i tiranti si trovino in vicinanza di linee ferroviarie o di altri impianti a corrente continua non isolati e con potenze maggiori di 50 kW;
• l'opera risulti situata a distanza < 300 m dal litorale marino.
In caso di ambiente aggressivo accertato, l'utilizzo del tipo di cemento dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori e l'Appaltatore dovrà certificarne l'idoneità.

3.0. MATERIALI ED ELEMENTI COSTRUTTIVI

Acciai e dispositivo di bloccaggio

Gli acciai impiegati nella realizzazione dei tiranti di ancoraggio dovranno essere conformi alle norme del D.M.09.01.1996 e successivi aggiornamenti emanate in applicazione dell'art.21 della Legge 5/11/1971 n. 1086.
I dispositivo di bloccaggio dovranno essere conformi alle disposizioni dell'allegato “B” della Circolare Ministero LL.PP. 30/06/1980 ed eventuali successivi aggiornamenti.

Armature metalliche

Trefoli tipo c.a.p.
Si utilizzeranno trefoli Φ 6/10" in acciaio liscio; le caratteristiche dei trefoli sono qui di seguito elencate:
• componenti : 7 fili Φ 5 mm
• diametro nominale : 15.20 mm
• sezione nominale : 139 mm2
• tensione effettiva all'1% di allungamento : 225 kN
• tensione di rottura effettiva : 250 kN
• modulo elastico : E=200 ÷ 205 KN/mm2
• limite elastico convenzionale allo 0.1% : fp(1)k 1600N/mm2
• tensione di rottura : fptk ≥ 1800 N/mm2
• allungamento a rottura su 610 mm : 5.2 ÷ 5.1%
• peso : 1.1Kg/m
Di conseguenza le tensioni ammissibili sono:
• in esercizio : σa ≤ 0.6 fptk
• in fase provvisoria : σai ≤ 0.85 fp(1)k a cui corrispondono i seguenti valori dei carichi di trazione:
• in esercizio : T ≤ 150 kN
• in fase transitoria (*) : T ≤ 180 kN

Barre - Barre in acciai speciali

Le barre saranno in acciaio del tipo ad aderenza migliorata (a.m.), di qualità e caratteristiche conformi a quanto specificato nella Sez. VI.
E' consentito, ove espressamente previsto dai disegni di progetto, l'impiego di barre in acciai speciali ed a filettatura continua, tipo Dywidag o simili. Le caratteristiche di tali acciai dovranno essere certificate dal produttore, e verificate a norma dei regolamenti già richiamati.

Apparecchi di testata

Dispositivi di bloccaggio

I dispositivi di bloccaggio dei tiranti a trefoli dovranno essere conformi alle disposizioni dell'Allegato "B" della Circolare Ministeriale LL.PP. 30 giugno 1980 ed eventuali successivi aggiornamenti; per i bulloni si farà invece riferimento al D.M. del 9 gennaio 1996.

Piastre di ripartizione

Si adotteranno piastre di ripartizione le cui dimensioni dovranno essere scelte in relazione alle caratteristiche geometriche e di portata dei tiranti ed alle caratteristiche di resistenza e deformabilità del materiale di contrasto.

Miscele di iniezione

Saranno usate miscele a base di cemento, aventi la seguente composizione per 1 m3 di prodotto:
• acqua: 600 kg;
• cemento: 1200 kg;
• additivi: 10÷20 kg.

Il cemento dovrà presentare contenuto in cloro, inferiore allo 0, 05% in peso e contenuto totale di zolfo da solfuri, inferiore allo 0,15% in peso.
L'acqua dovrà essere conforme alle norme UNI 7163 dell'aprile 1979. Gli additivi non dovranno essere aeranti.
La miscela dovrà presentare i requisiti seguenti, periodicamente controllati durante le lavorazioni. (*) Per prove di collaudo o per brevi fasi di carico temporanee.

4.0. DISTANZIATORI, TAMPONI E CONDOTTI DI INIEZIONE

I distanziatori avranno lo scopo di disporre l'armatura di ancoraggio nel foro di alloggiamento in modo che sia garantito il ricoprimento dell'acciaio da parte della miscela di iniezione.
La forma dei distanziatori dovrà quindi essere tale da consentire il centraggio dell'armatura nel foro di alloggiamento durante tutte le fasi di manipolazione e nello stesso tempo non dovrà ostacolare il passaggio della miscela; in ogni caso in corrispondenza del distanziatore la sezione libera di foro deve essere pari ad almeno due volte la sezione dei condotto di iniezione.
I distanziatori dovranno essere realizzati in materiali non metallici di resistenza adeguata agli sforzi che devono sopportare ed essere disposti a intervalli non superiori a 5 m nel tratto libero; nel tratto di fondazione saranno intercalati da legature e disposti a interessi di 2,0-2,5 m in modo da dare al fascio di trefoli una conformazione a ventri e nodi.
Per armature costituite da barre i distanziatori non saranno alternati a legature.
I tamponi di separazione fra la parte libera e la fondazione dovranno essere impermeabili alla miscela e tali da resistere alle pressioni di iniezione.
I tamponi dovranno essere realizzati o con elementi meccanici o con elementi chimici (materiale iniettato) aventi caratteristiche tali da garantire l'armatura dalla corrosione.
Le caratteristiche dei condotti di iniezione da impiegare dovranno essere tali da soddisfare i seguenti requisiti:
- avere resistenza adeguata alle pressioni di iniezione risultando cioè garantiti per resistere alla pressione prevista con un coefficiente di sicurezza pari ad 1,5 e comunque avere una pressione di rottura non inferiore a l0 bar;
- avere diametro interno minimo orientativamente pari a 10 mm nel 'caso in cui non siano presenti aggregati, pari a 16 mm in caso contrario; ciò al fine di consentire il passaggio della miscela d'iniezione.

5.0. TOLLERANZE GEOMETRICHE

Le tolleranze ammesse nella realizzazione dei fori sono le seguenti:
• il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di progetto e non superiore del 10% di tale diametro;
• la lunghezza totale di perforazione dovrà risultare conforme al progetto;
• la variazione di inclinazione e di direzione azimutale non dovrà essere maggiore di ±2°;
• la posizione della testa foro non dovrà discostarsi più di l0 cm dalla posizione di progetto.
La lunghezza totale dell'armatura e la lunghezza del tratto attivo, posizionato nella parte terminale della perforazione, dovranno risultare conformi alle indicazioni progettuali.

6.0. PERFORAZIONE

La perforazione potrà essere eseguita a rotazione o a rotopercussione, in materie di qualsiasi natura e consistenza, compreso calcestruzzi, murature, trovanti e/o roccia dura, anche in presenza di acqua.
Il foro potrà essere eseguito a qualsiasi altezza e l'Appaltatore dovrà provvedere ad eseguire idonei ponteggi ed impalcature, rispondenti a tutte le indicazioni di Legge.
Il foro dovrà essere rivestito nel caso che il terreno sia rigonfiante o non abbia coesione sufficiente ad assicurare la stabilità delle pareti del foro durante e dopo la posa delle armature; in roccia si rivestirà il foro nei casi in cui:
• l'alterazione e la fessurazione della roccia siano tali da richiederlo per assicurare la stabilità delle pareti durante e dopo la posa delle armature;
• la natura della roccia sia tale da far temere la formazione di spigoli aguzzi lungo le pareti del foro, suscettibili di danneggiare le guaine di protezione.
Il fluido di perforazione potrà essere acqua, aria, una miscela di entrambi, oppure, unicamente per perforazioni in terreni sciolti, un fango di cemento e bentonite.
L'impiego di aria non è consentito in terreni incoerenti sotto falda.
Al termine della perforazione si dovrà procedere al lavaggio del foro con acqua o aria.
Nel caso coi terreni con prevalente componente argillosa, di rocce marnose tenere e terreni argillosi

sovraconsolidati, il lavaggio sarà eseguito con sola aria, evitando l'utilizzo di fluidi di perforazione.
Quando sia previsto dal progetto e sia compatibile con la natura dei terreni, si potranno eseguire, mediante l'impiego di appositi utensili allargatori, delle scampanature di diametro noto, regolarmente intervallate lungo la fondazione del tirante.
In base alle indicazioni emerse nel corso della esecuzione dei tiranti preliminari di prova e comunque in presenza di falde artesiane e di terreni particolarmente permeabili, l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese, a preventive iniezioni di intasamento all'interno del foro con miscele e modalità approvate dalla Direzione Lavori.
Per la circolazione del fluido di perforazione saranno utilizzate pompe a pistoni con portate e pressioni adeguate. Si richiedono valori minimi di 200 l/min e 25 bar, rispettivamente.
Nel caso di perforazione a roto-percussione con martello a fondo foro si utilizzeranno compressori di adeguata potenza;
le caratteristiche minime richieste sono:
• portata ≥ 10 m3/min;
• pressione ≥ 8 bar.

7.0. ALLESTIMENTO DEL TIRANTE

Ultimata la rimozione dei detriti si provvederà all'allestimento del tirante:
• riempimento del foro con miscela cementizia (cementazione di 1^ fase), se necessaria;
• introduzione del tirante;
• riempimento dei dispositivi di separazione e protezione interni (sacco otturatore, bulbo interno);
• esecuzione delle iniezioni selettive a pressioni e volumi controllati;
• posizionamento della testata e dei dispositivi di tensionamento;
• prove di carico di collaudo;
• tensionamento del tirante;
• iniezione della parte libera;
• protezione della testata.
Se presente l'iniezione di 1a fase l'introduzione del tirante potrà essere eseguita solo allorchè:
• la perforazione sia interamente rivestita;
• il tirante sia dotato della valvola di fondo esterna all'ogiva;
• il riempimento avvenga contemporaneamente all'estrazione dei rivestimenti e siano operati gli eventuali rabbocchi finali;
• i trefoli ed i condotti di iniezione siano opportunamente prolungati fino a fuoriuscire a bocca foro per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezioni e di tesatura;
• il sacco otturatore, nel caso di tiranti orizzontali o debolmente inclinati (i ≤ 25°), sia presente.

<u>Iniezione</u>
La solidarizzazione dell'armatura al terreno verrà eseguita in due o più fasi, come di seguito specificato.

<u>Cementazione di 1^ fase</u>
Se necessaria sarà eseguita all'atto del completamento della perforazione, secondo quanto specificato al precedente punto; si utilizzerà un volume di miscela cementizia commisurato al volume teorico del foro.
In questa fase si eseguiranno anche le operazioni di riempimento del sacco otturatore, ove presente, e del bulbo interno per i tiranti definitivi, utilizzando quantitativi di miscela corrispondenti ai volumi teorici degli stessi.
Completata l'iniezione di 1^ fase si provvederà a lavare con acqua il cavo interno del tubo di iniezione.

<u>Iniezioni selettive a pressioni e volumi controllati</u>
Trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore dalla formazione della guaina, si darà luogo alla esecuzione delle iniezioni selettive per la formazione del bulbo di ancoraggio.

Si procederà valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia tenuta collegato al circuito di iniezione.
La massima pressione di apertura delle valvole non dovrà superare il limite di 60 bar; in caso contrario la valvola potrà essere abbandonata. Ottenuta l'apertura della valvola si darà luogo all'iniezione in pressione fino ad ottenere i valori dei volumi di assorbimento e di pressione prescritti in progetto. La pressione di iniezione si intende il valore minimo che si stabilisce all'interno del circuito.
L'iniezione dovrà essere tassativamente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 l/min, e comunque con valori che, in relazione alla effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (claquage).
I valori di iniezione saranno di norma non inferiori a tre volte il volume teorico del foro, e comunque conformi alle prescrizioni di progetto.

Nel caso in cui l'iniezione del previsto volume non comporti il raggiungimento della prescritta pressione di rifiuto, la valvola sarà nuovamente iniettata, trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore.
Fino a quando le operazioni di iniezione non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno della canna.

Caratteristiche degli iniettori
Per eseguire l'iniezione dovranno essere utilizzate delle pompe oleodinamiche a pistoni, a bassa velocità, aventi le seguenti caratteristiche minime:
- pressione max di iniezione : ≈ 100 bar
- portata max : ≈ 2 m3/ora
- n. max pistonate/minuto : ≈ 60.

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

8.0. ELEMENTI DI PROTEZIONE

In relazione alla aggressività dell'ambiente sono ammesse le seguenti due classi di protezione:
• classe 1 per tiranti provvisori in ambiente aggressivo e non aggressivo e per tiranti permanenti in ambiente non aggressivo, con protezione che consisterà in una guaina di polietilene o di polipropilene che avvolge il tratto libero;
• classe 2 per tiranti permanenti in ambiente aggressivo, con protezione di tutto il tirante che sarà costituita da una guaina in polietilene o in polipropilene; essa potrà essere flessibile o semirigida e liscia per il tratto libero; sarà invece grecata per il tratto di fondazione del tirante.
Lo spessore della guaina non dovrà essere inferiore a 1,5 mm e dovrà garantire contro lacerazioni in tutte le fasi di lavorazione e posa ed in presenza delle sollecitazioni meccaniche e chimiche previste in esercizio.
La sezione interna della guaina dovrà essere pari ad almeno quattro volte la sezione trasversale complessiva delle armature (trefoli o barre) contenute e dovrà comunque assicurare uno spessore di iniezione per il ricoprimento degli elementi più esterni dell'armatura di almeno 5 mm.
Per le guaine corrugate dovrà risultare una distanza tra due nervature successive > 5 mm ed una differenza tra i diametri interni, maggiore e minore, superiore a 8 mm.
Ciascun trefolo o barra dovrà essere ulteriormente protetto:
- da una guaina individuale in P.V.C., polietilene o polipropilene nella parte libera;
- da una verniciatura in resina epossidica elasticizzata nel tratto di fondazione.

Gli spazi residui tra guaina e pareti del perforo dovranno essere riempiti con miscela cementizia.
Gli spazi residui tra armatura e guaina dovranno essere perfettamente riempiti con grasso meccanico chimicamente stabile, inalterabile e non saponificabile.

9.0. TESATURA E COLLAUDO

Trascorsi ventotto giorni dall'ultima iniezione, o meno, secondo il tipo di miscela, ogni tirante verrà sottoposto a tesatura di collaudo.
L'inizio delle operazioni di tesatura e collaudo dovrà essere comunque autorizzato dalla Direzione Lavori. La trazione di collaudo (Nc) è pari a 1,2 volte la trazione massima di esercizio (Nes).
La prova di collaudo si eseguirà assegnando dapprima al tirante una trazione di assestamento No=0,10 Nes e misurando la corrispondente posizione delle armature rispetto alle piastre di testata.
I tiranti che non soddisferanno i requisiti di collaudo verranno sostituiti con nuovi tiranti di caratteristiche e posizione concordate con la Direzione Lavori, sentito il Progettista.
In tali casi, restando inteso che comunque i maggiori oneri che ne deriveranno saranno a totale carico dell'Appaltatore.
Ai tiranti risultanti idonei verrà applicata gradualmente e senza interruzioni la forza di tesatura iniziale prevista dal progetto.
Al termine delle operazioni di tesatura verranno serrati gli organi di bloccaggio.
Le apparecchiatura impiegate dovranno consentire le seguenti precisioni di misurazione:
- per gli allungamenti di 0,1 mm;
- per le forze, del 2% della trazione massima di esercizio (Nes).

Esse dovranno essere tarate presso un laboratorio Ufficiale; è facoltà della Direzione Lavori rivedere a cura dell'Appaltatore la ripetizione della taratura in caso di impieghi prolungati, o ripetuti per più di 50 tiranti, o in caso di risultati che diano adito a dubbi sulla loro attendibilità.

10.0. PROTEZIONI ANTICORROSIVE IN OPERA

La protezione anticorrosiva del tratto libero del tirante sarà completata iniettando all'interno della guaina la miscela utilizzata nelle operazioni di iniezione dopo il completamento delle operazioni di tesatura del tirante.
L'iniezione nel tratto libero della miscela cementizia prima della tesatura o di fasi eventuali di ritesatura, potrà

avvenire solo per armature costituite da trefoli a sezione compatta, ingrassati e protetti da guaine individuali in P.V.C., in modo che sia assicurato lo scorrimento tra guaina e trefolo con minime resistenze.
La protezione della testa del tirante potrà essere ottenuta, nei casi in cui è prescritta la protezione di classe 1, con un getto della miscela indicata previa aggiunta di additivi antiritiro, mentre nel caso si debba realizzare una protezione di classe 2, si provvederà all'incapsulamento della testa mediante involucri protettivi di polietilene o polipropilene di spessore minimo pari a 2 mm che verranno connessi per saldatura alla guaina che avvolge il tratto libero; successivamente, con un getto di miscela cementizia, armata con rete, si proteggerà ulteriormente la testa dagli urti e dalle abrasioni.
Per un periodo non inferiore a centottanta giorni decorrente dalla data della ultimazione delle operazioni di tesatura di collaudo, le teste di tutti i tiranti dovranno essere lasciate accessibili per le operazioni di controllo e ritesatura da eseguire rispettivamente a novanta e centottanta giorni dalla data della tesatura di collaudo, nelle quantità che saranno prescritte dalla Direzione Lavori e comunque non inferiore al 20% dei tiranti.

11.0. DOCUMENTAZIONE DEI LAVORI

Per ogni tirante, sia preliminare di prova che di progetto, dovrà essere compilata dall'Appaltatore, in contraddittorio con la Direzione Lavori, una scheda recante le seguenti indicazioni:
- diametro, lunghezza e sistema di perforazione;
- eventuali iniezioni preliminari di intasamento;
- tipo e dimensioni delle armature metalliche;
- lunghezza dei tratto attivo;
- quantità di malta iniettata e sua composizione;
- risultati delle prove di collaudo (forze applicate e allungamenti corrispondenti misurate come descritto al relativo paragrafo)
- date di perforazione, iniezione e tesatura di collaudo.

- PAVIMENTAZIONI -

Premessa

In linea generale, salvo diversa disposizione della Direzione dei Lavori, la sagoma stradale per tratti in rettifilo sarà costituita da due falde inclinate in senso opposto aventi pendenza trasversale del 2%, raccordate in asse da un arco di cerchio avente tangente di m 0,50.

Alle banchine sarà invece assegnata la pendenza trasversale del 2,50%.

Le curve saranno convenientemente rialzate sul lato esterno con pendenza che la Direzione dei Lavori stabilirà in relazione al raggio della curva e con gli opportuni tronchi di transizione per il raccordo della sagoma in curva con quella dei rettifili o altre curve precedenti e seguenti.

Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, saranno quelli stabiliti, per ciascun tratto da progetto, ovvero dalla Direzione dei Lavori, in base ai risultati delle indagini geotecniche, di laboratorio e di traffico.

L'Appaltatore indicherà alla Direzione dei Lavori i materiali, e la loro provenienza, e le granulometrie che intende impiegare strato per strato, in conformità degli articoli che seguono.

La Direzione dei Lavori potrà ordinare prove su detti materiali, o su altri di sua scelta, presso vari Laboratori Ufficiali. Per il controllo delle caratteristiche dei materiali impiegati tali prove verranno, di norma, ripetute sistematicamente durante l'esecuzione dei lavori.

L'approvazione della Direzione dei Lavori circa i materiali, le attrezzature, i metodi di lavorazione, non solleverà l'Appaltatore dalla responsabilità circa la buona riuscita del lavoro.

L'Appaltatore avrà cura di garantire la costanza nella massa, nel tempo, delle caratteristiche delle miscele, degli impasti e delle sovrastrutture da rendere in opera.

Salvo che non sia diversamente disposto dagli articoli che seguono, la superficie finita della pavimentazione

non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllata a mezzo di un regolo lungo m 4,50 disposto secondo due direzioni ortogonali; è ammessa una tolleranza in più o in meno del 3%, rispetto agli spessori di progetto, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

1.0. PREPARAZIONE DEL SOTTOFONDO

Il terreno interessato dalla costruzione del corpo stradale, e che dovrà sopportare direttamente la pavimentazione o i rilevati, verrà preparato asportando il terreno vegetale da tutto la superficie per una profondità che verrà stabilita di volta in volta dalla Direzione dei Lavori in conformità alle norme di cui alle tabelle UNI per le prove sulle terre.

Queste preparazioni verranno compensate con i prezzi dell'Elenco.

La Direzione dei Lavori potrà ordinare che le zolle erbose vengano nell'occasione, a cura e spese dell'Appaltatore, ricuperate intatte e conservate a parte per essere reimpiegate per il rivestimento delle scarpate o delle cigliature.

Il terreno dovrà essere pure liberato da piante, da cespugli, da radici o da ogni altro materiale estraneo e dovranno essere riempiti i conseguenti vani a cura e spese dell'Appaltatore.

2.0. FORMAZIONE DEI RILEVATI

Per la formazione dei rilevati si impiegheranno, sino a totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi, purché idonee allo scopo, in relazione a quanto detto in seguito.

Qualora la Direzione dei Lavori lo richiederà, si dovrà provvedere, prima dell'impiego o dell'allontanamento delle terre scavate, alla cernita e all'accatastamento dei materiali eventualmente contenuti e che si prestassero a particolari utilizzazioni per la formazione di ossature, di inghiaiamenti, per costruzioni murarie, per calcestruzzi, ecc., materiali che restano di proprietà della Committenza.

Qualora i materiali provenienti dagli scavi ordinati risultassero insufficienti come quantitativi per la formazione di rilevati, si dovrà approvvigionare il terreno mancante mediante cave di prestito atte a fornire materiali idonei. Tali cave potranno essere aperte dovunque l'Appaltatore lo riterrà di sua convenienza, subordinatamente all'accennata idoneità delle materie prime da portare in rilevato ed al rispetto delle vigenti disposizioni di legge in materia di polizia mineraria, ambientale, forestale e stradale e alle regole dell'arte nei riguardi delle eventuali distanze degli scavi della costruenda strada o dalle altre opere da eseguire o già esistenti, pubbliche e private, onde non pregiudicarne la stabilità. In ogni caso verrà data la preferenza al misto di fiume o materiale d'alveo, lavato.

Dette cave di prestito, se non già presenti sul territorio, dovranno essere aperte a totale cura e spese dell'Appaltatore, al quale sarà corrisposto anche in questo caso il solo prezzo unitario di Elenco per la formazione dei rilevati; ogni altro tipo di terreno deve essere escluso.

Le cave di prestito debbono essere coltivate in modo che, tanto durante la esecuzione degli scavi, quanto a scavo ultimato, non si abbiano a verificarsi ristagni d'acqua.

A tale scopo, e quando occorra, l'Appaltatore dovrà aprire, sempre a sua cura e spese, opportuni fossi di scolo.

Il terreno sul quale dovranno sorgere i rilevati dovrà essere preparato, liberandolo in superficie dal terreno vegetale, oltre che dalle piante, cespugli, radici, ecc.

Quando i rilevati si appoggino a scarpate di altri rilevati già esistenti o a terreno con pendenza trasversale superiore al 15%, le basi di appoggio dovranno essere preparate secondo gradoni, alti ciascuno da 0,30 m. a 0,50 m., orizzontali o con inclinazione contraria a quella del rilevato esistente o del terreno.

Sarà obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati, durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché i rilevati eseguiti abbiano all'epoca del collaudo le precise dimensioni prescritte, evitando in ogni caso la necessità di successive aggiunte in strati troppo sottili.

Non si potrà sospendere la costruzione di un rilevato, qualunque sia la causa, senza che ad esso sia stata data una configurazione tale da assicurare lo scolo delle acque piovane con pendenze trasversali pari almeno al 3%.

Nella ripresa del lavoro, il rilevato già eseguito dovrà essere liberato dalle erbe e cespugli che vi fossero nati, e configurato a gradoni lungo le scarpate; vi si dovranno praticare inoltre dei solchi per il collegamento del nuovo materiale con quello prima impiegato.

Per la formazione dei rilevati si dovranno impiegare terreni delle seguenti categorie:
- Terreni ghiaiosi;
- Terreni ghiaiosi sabbiosi (con meno del 10% passante al setaccio ASTM n.200)
- Terreni sabbiosi;
- Terreni sabbiosi limosi;

Ogni altro tipo di terreno deve essere escluso.

Si dovrà in ogni caso aver cura, nella formazione dei rilevati, a che i materiali di migliori caratteristiche risultino negli strati superiori.

I rilevati saranno formati per strati successivi, ognuno di altezza, a strato sciolto, non superiore ai 40 cm., ed ogni strato dovrà essere sufficientemente costipato prima che venga posto in opera lo strato successivo.

Il costipamento dei singoli strati sarà ottenuto servendosi, di regola:

- se il terreno è costituito prevalentemente da materiale ghiaioso o da sabbia grosso, di normali compressori a cilindri lisci, o di vibratori o di battitori;
- se il terreno ha indice di plasticità piuttosto elevato, di cilindri a piede di montone eventualmente associati a costipatori a ruote gommate.

Il materiale dovrà essere costipato dopo averlo bagnato, a meno che si trovi già naturalmente in tali condizioni.

Ad assestamento ultimato si lascerà libera la superficie del rilevato per almeno 48 ore onde consentirne il parziale asciugamento.

Il materiale non dovrà essere posto in opera in periodi di gelo o su terreno gelato.

Il valore del modulo di deformazione dei vari strati costituenti il rilevato, con riferimento alla Norma C.N.R. - B.U. n.146/1992 ed alla Norma C.N.R. – B.U. n.9/1967, dovrà risultare non inferiore a 700 Kg./cm^2, in corrispondenza del piano d'imposta della massicciata stradale.

Ogni strato costituito da terre A1, A2, A3 ed A4 provenienti da cave di prestito o da scavi, deve essere costipato in modo da raggiungere in ogni punto la densità secca pari al 95% della densità AASHO modificata (Norma C.N.R. - B.U. n. 8), prima di porre in opera un altro strato.

L'Appaltatore deve, inoltre, in relazione alle caratteristiche dei terreni in base dei rilevati programmare i lavori di costruzione dei rilevati stessi, e gli eventuali provvedimenti di bonifica o di acceleramento del consolidamento del terreno di posa, in modo che possano essere ultimati in tempo utile e garantire che gli assestamenti residui siano non superiori al 10% dei cedimenti teorici, e comunque inferiore a 5 cm.

Nel caso di rilevati di notevole altezza devono essere realizzate banchine di m. 2,00 a quota idonea, e comunque ad una distanza verticale dal ciglio del rilevato non superiore a m. 6,00.

Per la formazione dei rilevati possono essere impegnati, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, frammenti rocciosi di dimensioni non maggiori di cm. 20,00, così da poter formare strati dello spessore massimo di 40 cm.

Nel caso di piattaforma superiore di fondazione (alla pavimentazione bituminosa) o sovrastruttura del corpo stradale, costituita da uno strato non inferiore a cm. 30,00, realizzato con materiali inerti fortemente compattati (terre categoria A1, A2-4, A3, con equivalente in sabbia tra 25% e 50%), in ogni punto la densità secca non deve essere inferiore al 98% della densità AASHO modificata di cui alla norma C.N.R. - B.U. n. 8, ed il modulo di deformazione non deve essere inferiore a 800 Kg/cm^2, in accordo ai cicli di carico e scarico con piastra come

previsto dalla normativa C.N.R. – B.U. n.146/1992.

3.0. FONDAZIONI

Ogni pavimentazione bituminosa dovrà essere munita di una fondazione di adeguata e uniforme capacità portante e di sicura stabilità.

A seconda della natura dei terreni e dei particolari rivestimenti prescelti si adotterà uno dei seguenti tipi di fondazioni:
a) pietrame o ciottoloni; b) massicciata cilindrata; c) in misto cementato.

Naturalmente la Direzione dei Lavori potrà disporre che la fondazione venga posta sopra uno strato di appoggio (sottofondazione) costituito da aggregato misto di ghiaia e sabbia, dello spessore che verrà indicato di volta in volta dalla Direzione dei Lavori, ma normalmente compreso fra i 40 e i 50 cm., perfettamente costipato e consolidato mediante vibratori o rulli compressori a ruote lisce. Il materiale da impiegare per tale sottofondazione non dovrà comprendere elementi superiori ai 120 mm., e la frazione passante al setaccio 10 dovrà essere compresa tra il 15 e il 30 per cento del totale. Il materiale dovrà essere steso in due strati pressoché uguali, costipati separatamente.
Il valore del modulo di deformazione degli strati di fondazione, con riferimento alla Norma C.N.R. - B.U. n.146/1992 ed alla Norma C.N.R. – B.U. n.9/1967, dovrà risultare non inferiore a 1000 kg./cm^2 per le fondazioni in misto stabilizzato (massicciata cilindrata) e 1200 kg/cm^2 per le fondazioni in misto cementato.

La sottofondazione così prevista sarà in ogni caso estesa oltre la carreggiata, anche in corrispondenza delle banchine laterali.

Il tipo di fondazione da adottare sarà stabilito di volta in volta dalla Direzione dei Lavori;
in particolare dovrà risultare che:

a) Le fondazioni di pietrame o ciottoloni saranno costituite da uno strato di pietre (scapoli di cava) o di ciottoloni di convenienti dimensioni, stesi su di un letto generale di sabbia, serrati con scaglie e coperti con ghiaia.

Il consolidamento di tutto lo strato sarà ottenuto mediante cilindratura.

Per la formazione di queste fondazioni si dovranno impiegare scapoli di cava o ciottoloni sani e di forma regolare, aventi dimensioni tali che, collocati in opera di "punta", in uno strato unico, con la base inferiore verso il basso, lo spessore dello strato risulti compreso fra i 15 e i 20 cm.

Gli elementi dovranno essere posati a mano, ordinatamente l'uno accanto all'altro, e accostati e serrati quanto più è possibile.

Per la formazione della fondazione si incomincerà con lo stendere sul sottofondo uno strato continuo e uniforme di sabbia dello spessore di almeno 10 cm.

Si provvederà poi a costituire, con il pietrame o i ciottoloni, guide longitudinali e trasversali formate con elementi scelti e delle maggiori dimensioni possibili, collocati con particolare cura, in modo da determinare con sicurezza i piani e le livellette dell'intero strato.

Di regola si disporranno tre guide longitudinali, una per lato della carreggiata e una sull'asse, e guide trasversali alla distanza di 15 metri l'una dall'altra.
Si provvederà poi a riempire i riquadri così formati con altri elementi lapidei, posti in opera anch'essi con gli accorgimenti di cui sopra. Gli interstizi rimanenti tra gli elementi verranno in fine colmati e serrati mediante scaglie o ghiaia.

Tutta la superficie dovrà essere poi regolarizzata e coperta con un distinto strato di ghiaia dello spessore di almeno 15 cm., comprendente elementi di dimensioni non superiori a 90 mm.

Si potranno impiegare anche ghiaie a granulometria estesa dai 90 mm. sino alla sabbia (misto di cava) purché la sabbia (passante al setaccio 10 ASTM) non superi il 20 % del totale.

Tutta la struttura così ottenuta verrà consolidata e assettata mediante energica cilindratura da eseguire, come è detto in seguito, con rulli di almeno 16 ton. sino alla scomparsa di ogni movimento.

La fondazione potrà essere completata, quando la Direzione dei Lavori lo ordini, con massicciate superiori di ghiaia e pietrisco cilindrati, dello spessore di volta in volta stabilito.

La superficie dello strato di pietrame o di ciottoloni e quella della fondazione finita dovranno risultare parallele a quella finale prevista per il piano viabile.

b) Le fondazioni di massicciata cilindrata saranno formate con strati di pietrisco o di ghiaia, a seconda delle disposizioni impartite dalla Direzione Lavori, dello spessore stabilito pure di volta in volta, costipati mediante rulli compressori secondo le modalità appresso stabilite.

Le massicciate verranno distinte, a seconda dell'esecuzione, in:
- massicciate chiuse;
- massicciate semiaperte.

Lo spessore dello strato di ghiaia da cilindrare verrà determinato di volta in volta dalla Direzione dei Lavori impiegando materiale con elementi ghiaiosi di pezzatura non superiore a 70 mm., e con sabbia non superiore al 25 % del totale.

La fondazione potrà essere completata, quando la Direzione dei Lavori lo ordini, con una massicciata superiore di pietrisco cilindrato, dello spessore di volta in volta stabilito.

A lavoro finito la superficie della massicciata dovrà risultare parallela a quella finale prevista per il piano viabile.

b.1) Materiali da impiegare nella realizzazione delle massicciate:

b.1.1) Pietrisco - Il pietrisco da impiegare per la formazione delle massicciate dovrà corrispondere ai requisiti di cui all'Art.30.

Si dovranno usare pietrischi di caratteristiche almeno pari a quelle della Cat. II delle Norme del C.N.R. per l'accettazione dei pietrischi, pietrischetti, graniglie, sabbie e additivi per costruzioni stradali, anche provenienti dalla frantumazione di ciottoli, purché di natura mineralogica sostanzialmente uniforme (ad esempio, calcari) e purché rispondenti ai sopra ricordati requisiti.

I pietrischi non dovranno essere gelivi.

Di norma, salvo diversi ordini della Direzione dei Lavori, si impiegherà pietrisco dell'assortimento 40-67mm.

b.1.2) Ghiaia - La ghiaia da impiegare per la formazione della massicciata deve rispondere ai requisiti di cui all'Art. 29.

Di norma, salvo diversi ordini della Direzione dei Lavori e, la ghiaia da impiegare per massicciate dovrà corrispondere all'assortimento 25-55 mm.

b.1.3) Materiale d'aggregazione - Per il collegamento e la saturazione della massicciata, quando il materiale da cilindrare non abbia sufficiente potere legante, si useranno materiali fini, provenienti dalla frantumazione naturale o meccanica delle rocce aventi buon potere legante, oppure residui di vagliatura dei prodotti di scarificazione di vecchie massicciate, oppure l'ultima frazione della vagliatura delle cave di pietrisco. Per le massicciate chiuse il quantitativo del materiale di aggregazione da impiegare non dovrà in ogni caso superare il 10% del materiale cilindrato, e verrà determinato di volta in volta dalla Direzione dei Lavori, a seconda che i materiali da cilindrare siano più o meno fragili e muniti o meno di buon potere legante.

b.2) Formazione delle massicciate:

Il materiale da impiegare per la formazione delle massicciate dovrà essere approvvigionato in cumuli lungo i bordi della carreggiata. I cumuli dovranno essere di forma geometrica e regolare, in modo da presentarsi a facile misura.

La Direzione dei Lavori potrà tuttavia consentire che la misurazione avvenga sugli stessi autocarri impiegati per la fornitura.

Per la formazione della massicciata il materiale, dopo la misurazione, dovrà essere steso in uno strato regolare

ed uniforme, mediante adatti distributori meccanici o a mano.
L'altezza dello strato da cilindrare in una sola volta non dovrà superare i 15 cm: in caso diverso si procederà alla cilindratura in due o più strati distinti e sovrapposti.

La cilindratura deve essere eseguita con rulli compressori di peso idoneo, in relazione alle caratteristiche del materiale, e in ogni caso non inferiori alle 14 ton.

Durante il lavoro i rulli dovranno mantenere una velocità compresa fra i 1,5 e 2,5 Km/ora; si potrà superare tale limite, fino a massimi di 3,5 Km/ora, allorquando il materiale da cilindrare sia delle pezzature minori o quando lo strato sia sottile.

La cilindratura dovrà essere iniziata ai margini della carreggiata e proseguita spostandosi gradatamente verso la zona centrale.

Il lavoro deve essere condotto in modo che nel cilindrare una nuova zona il rullo passi sempre sopra una striscia di almeno 20 cm. di larghezza della zona precedentemente cilindrata e che nel cilindrare la prima striscia marginale venga compressa una zona di banchina di almeno 20 cm di larghezza.

Il volume di materiale d'aggregazione eventualmente aggiunto alla ghiaia o al pietrisco per la formazione della massicciata non sarà computato agli effetti del pagamento del lavoro di cilindratura.

b.2.1) Caratteristiche delle massicciate chiuse - Per ottenere massicciate chiuse la cilindratura dei materiali, dopo un primo assestamento a secco, dovrà essere accompagnata da abbondanti innaffiature d'acqua. A tale bagnatura, che dovrà essere ottenuta con getti finemente divisi, si procederà di regola mediante autobotte.

Verso la fine della cilindratura, allo scopo di evitare un'eccessiva frantumazione del materiale, e per favorire il legamento di quelli di scarso potere legante, si aggiungerà l'eventuale materiale di aggregazione.

Per ottenere la completa chiusura della massicciata, alla fine della cilindratura, si passerà tutta la superficie con spazzoloni, in modo da far scorrere la fanghiglia di materiale fino ed acqua, formatosi durante la cilindratura e rifluita in superficie, e da riempire ogni vano del mosaico.

La cilindratura dovrà essere proseguita sino a che la superficie si presenti compatta e chiusa, con i singoli elementi ben fermi e accostati l'uno all'altro e non si manifestino più cedimenti o movimenti al passaggio del rullo compressore.

A cilindratura avvenuta la superficie della massicciata dovrà corrispondere alle sagome ed alle livellette di progetto. Non dovranno aversi, in nessun punto, ondulazioni od irregolarità, rispetto ad un'asta rettilinea della lunghezza di metri 3 appoggiata longitudinalmente sul manto, superiore ad 1 cm.

Tutte le eventuali riprese o correzioni occorrenti per ottenere la voluta regolarità della superficie, dovranno essere eseguite tempestivamente, prima che il manto sia troppo serrato, in modo che il materiale nuovo riportato possa essere incorporato nello strato sottostante senza eccessive frantumazioni.

Nel caso in cui il sottofondo e l'eventuale fondazione possano essere danneggiati dall'azione dell'acqua di innaffiatura, si dovrà limitare lo spargimento dell'acqua, soprattutto nella fase iniziale della cilindratura; si dovranno inoltre praticare frequenti tagli nelle banchine laterali in modo che l'acqua penetrata al di sotto della massicciata possa scaricarsi ai lati.

La profondità dei canaletti così formati non dovrà essere inferiore allo spessore della massicciata.

b.2.2) Caratteristiche delle massicciate semiaperte - Per ottenere massicciate semiaperte la cilindratura del materiale dovrà essere accompagnata da limitati innaffiamenti d'acqua, eseguiti solo nella fase della cilindratura. L'eventuale materiale di aggregazione verrà aggiunto a secco.

La cilindratura dovrà essere condotta in modo da favorire la chiusura degli strati più profondi della massicciata, pur rimanendo parzialmente aperti quelli più superficiali. La cilindratura dovrà essere proseguita sino a che la superficie si presenti compatta, pur mostrando vuoti tra i singoli elementi, e non si manifestino più cedimenti al passaggio del compressore.

Per quanto riguarda la regolarità e la finitura della superficie, la sua rispondenza alle sagome ed alle livellette prescritte e l'esecuzione delle eventuali riprese, vale quanto sopra stabilito per le massicciate chiuse.

c) Fondazioni in misto cementato - Gli strati in misto cementato per fondazione o per base sono costituiti da un misto granulare di ghiaia (o pietrisco) e sabbia impastato con cemento e acqua in impianto centralizzato a produzione continua con dosatori a peso o a volume. Gli strati in oggetto avranno lo spessore che sarà prescritto dalla Direzione dei Lavori.

Comunque si dovranno stendere strati il cui spessore finito non risulti superiore a 20 cm. o inferiore a 10 cm.

c.1) Caratteristiche dei materiali da impiegarsi.

Inerti. Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava e/o di fiume con percentuale di frantumato complessivo compresa fra il 30% ed il 60% in peso sul totale degli inerti (la Direzione Lavori potrà permettere l'impiego di quantità di materiale frantumato superiore al limite

stabilito: in questo caso la miscela dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione ed a trazione a 7 giorni; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante al setaccio 0,075 mm.) aventi i seguenti requisiti:

- l'aggregato deve avere dimensioni non superiori a 40 mm., né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- granulometria, a titolo orientativo, compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Serie crivelli e setacci UNI	Miscela passante: % totale in peso
Crivello 40	100
Crivello 30	80÷100
Crivello 25	72÷90
Crivello 15	53÷70
Crivello 10	40÷55
Crivello 5	28÷40
Setaccio 2	18÷30
Setaccio 0,4	8÷18
Setaccio 0,18	6÷14
Setaccio 0,075	5÷10

- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T 96, inferiore o uguale al 30%;
- equivalente in sabbia compreso tra 30 e 60;
- indice di plasticità non determinabile (materiale non plastico).

L'Appaltatore, dopo aver eseguito prove in Laboratorio dovrà proporre alla Direzione dei Lavori la composizione da adottare e successivamente l'osservanza della granulometria dovrà essere assicurata con esami giornalieri.

Verrà ammessa una tolleranza di ± 5% fino al passante al crivello 5 e di ± 2% per il passante al setaccio 2 ed inferiori.

Legante. Verrà impiegato cemento di tipo normale (Portland, pozzolanico, d'alto forno).

A titolo indicativo la percentuale di cemento in peso sarà compresa tra il 2,5% e il 3,5% sul peso degli inerti asciutti

Acqua. Dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento con una variazione compresa entro ± 2% del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

c.2) Miscela - Prove di laboratorio e in sito.

La percentuale esatta di cemento, come pure la percentuale di acqua, sarà stabilita in relazione alle prove di resistenza appresso indicate.

Resistenza. Verrà eseguita la prova di resistenza a compressione ed a trazione sui provini cilindrici confezionati entro stampi C.B.R. (C.N.R. - U.N.I. 1009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm., diametro 15,24 cm., volume 3242 cm^3); per il confezionamento dei provini gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm. rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio. Tale eccedenza dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di cm.17,78.

La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli inerti, mescolandole tra loro, con il cemento e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino. Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello U.N.I. 25 mm. (o setaccio ASTM 3/4) allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.

La miscela costipata su 5 strati con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHO T 180 e a 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello mm. 50,8, peso pestello kg. 4,54, altezza di caduta cm. 45,7).

I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 ore e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 20°C); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferita alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello da 25mm) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio. Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.
I provini confezionati come sopra detto dovranno avere resistenze a compressione a 7 giorni non minori di 2,5N/mm^2 non superiori a 4,5 N/mm^2 ed a trazione secondo la prova "brasiliana" (1) non inferiore a 0,25 N/mm^2. (Questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di $\pm$ 15%, altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo). Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelte la curva, la densità e le resistenze di progetto da usare come riferimento nelle prove di controllo.

c.3) Preparazione.

La miscela verrà confezionata in appositi impianti centralizzati con dosatori a peso o a volume. La dosatura dovrà essere effettuata sulla base di un minimo di tre assortimenti, il controllo della stessa dovrà essere eseguito almeno ogni 1.500 m^3 di miscela.

c.4) Posa in opera.

La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla Direzione dei Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti.

La stessa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli lisci vibranti o rulli gommati (oppure rulli misti vibranti e gommati) tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla Direzione Lavori su una stesa sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (Prova di costipamento).

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambienti inferiori a 0° C e superiori a 25° C né sotto pioggia. Potrà tuttavia essere consentita la stesa a temperature comprese tra i 25° C e i 30° C. In questo caso, però, sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di miscelazione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato. Infine le operazioni di costipamento e di stesa dello strato di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature di 15° C $\pm$ 18° C ed umidità relative del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relative anch'esse rescenti; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15%, in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione del getto.

il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma 1 $\pm$ 2 ore per garantire la continuità della struttura.

Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali di ripresa, che andranno protetti con fogli di polistirolo espanso (o materiale similare) conservati umidi.

Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola, e togliendo la tavola stessa al momento della ripresa del getto; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa del getto, provvedere a tagliare l'ultima parte del getto precedente, in modo che si ottenga una parete verticale per tutto lo spessore dello strato.

Non saranno eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa. Il transito di cantiere sarà ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati.

Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche, o da altre cause, dovranno essere rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'Appaltatore.

4.0. TRATTAMENTI SUPERFICIALI BITUMINOSI E SEMIPENETRAZIONI

I trattamenti superficiali saranno realizzati stendendo sulle massicciate e facendo aderire ad esse uno strato di bitume o di catrame, saturato con pietrischetto o graniglia, secondo le modalità in seguito stabilite.

Nei trattamenti a semipenetrazione su massicciate semiaperte il legante verrà fatto penetrare per alcuni centimetri nella massicciata.

I trattamenti superficiali e le semipenetrazioni potranno essere eseguiti:
- a caldo - usando come legante bitumi solidi;
- a freddo - usando come legante emulsioni di bitume.

1) Materiali da impiegare nei trattamenti bituminosi superficiali:

a) Leganti

Bitumi solidi - per i trattamenti a caldo con bitumi solidi si userà il tipo 130-150 o 180-200 di cui alle "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali" del C.N.R. - edizione 1951.

Di regola non si impiegheranno bitumi a caldo per trattamenti di prima mano.

Emulsione di bitume - Per i trattamenti a freddo con emulsioni di bitume si useranno emulsioni che rispondano alle "Norme per la accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali" del C.N.R. - edizione 1951 - del tipo con il 60% di bitume.

b) Pietrischetti e graniglie di saturazione

Per la saturazione del legante si useranno pietrischetti di caratteristiche corrispondenti almeno a quelli delle "Norme sugli Aggregati – Criteri e requisiti di accettazione degli aggregati impiegati nelle sovrastrutture stradali" – C.N.R. – B.U. n.139/1992. In ogni caso i materiali non dovranno essere idrofili.

2) Modalità esecutive dei trattamenti bituminosi superficiali:
La posa in opera del legante dovrà essere preceduta da una accurata pulizia della superficie da trattare, in modo da rimuovere la polvere, le eventuali materie estranee e quelle non collegate alla massicciata.

La pulizia verrà eseguita a cura dell'Appaltatore mediante getti d'acqua a pressione, o con scopatrici a rullo o con soffiatori o aspiratori d'aria. Quando si proceda alla lavatura con acqua, occorre lasciare asciugare la superficie prima dell'applicazione del legante; solo con emulsioni può essere opportuno, nelle stagioni calde, lasciare alquanto umida la superficie stessa. La pulizia dovrà essere spinta a fondo soprattutto nel caso di applicazioni di bitumi solidi a caldo; in caso di pioggia i lavori dovranno essere sospesi.

Per le applicazioni a caldo si dovrà provvedere al riscaldamento del legante in caldaie idonee fino a 160°÷180°C, non a fiamma diretta, atte a scaldare uniformemente tutto il materiale evitando surriscaldamenti e utilizzando, possibilmente per scambio di calore, liquidi caldi o vapori circolanti in serpentine immerse o a contatto col materiale.

Il trattamento con bitume a caldo, su pavimentazioni bitumate, sarà realizzato impiegando almeno 1 kg/m^2 di bitume; gli eventuali, necessari rappezzi saranno eseguiti con la stessa tecnica a cura e spese dell'Appaltatore.

L'applicazione dovrà essere fatta impiegando spanditrici a pressione in modo da garantire l'omogenea distribuzione del bitume prescritto. Successivamente a tale applicazione, si disporrà la graniglia di pezzatura corrispondente per circa il 70% alle massime dimensioni prescritte, 7÷10 mm., ed in quantità di circa m^{3}1,30 per 100 m^2 di stesa; seguirà la rullatura in modo da ottenere la buona penetrazione del materiale nel bitume.

Si dovrà evitare di prolungare il riscaldamento per un tempo maggiore di quello strettamente necessario. Tutte le operazioni connesse col riscaldamento devono essere in ogni caso condotte in modo da alterare il meno possibile le caratteristiche del legante, la cui penetrazione o viscosità non dovrà in ogni caso risultare variata di oltre il 30% rispetto a quella originaria.

Le temperature, alle quali devono essere scaldati e devono trovarsi i bitumi solidi all'atto della posa in opera, sono tra i 140° C e 170° C; dette temperature dovranno essere misurate con apposite apparecchiature a disposizione della Direzione dei Lavori.

Quando i leganti siano consegnati dal produttore già caldi direttamente sul posto, si dovrà verificare che le loro temperature non siano inferiori ai minimi sopraindicati, in caso diverso si dovrà provvedere a portarne le temperature ai limiti detti. Nelle forniture di quest'ultimo tipo il controllo delle caratteristiche del legante sarà fatto prelevando direttamente i campioni dalle cisterne impiegate per il trasporto del materiale caldo, all'atto della consegna.

Quando si impieghino emulsioni, ovvero per le applicazioni a freddo, si dovrà evitare ogni riscaldamento del materiale per non ridurre la viscosità all'atto della applicazione, al di sotto dei limiti stabiliti nelle norme.

Un moderato riscaldamento potrà essere ammesso solo nelle applicazioni eseguite durante l'inverno.
Preparata la superficie da trattare, si procederà all'applicazione dell'emulsione bituminosa al 55% in ragione di circa kg. 2,5 per metro quadrato, da porre in opera in due tempi separati. In un primo tempo si porranno in opera circa 1,5 kg/m^2 di emulsione ed un apposito quantitativo di graniglia con pezzatura fino a 15 mm., in un tempo successivo si disporrà la restante emulsione bituminosa e la graniglia con pezzatura fino a 10mm.

La posa del legante dovrà avvenire mediante idonee spanditrici a pressione, che consentano di distribuire il materiale finemente polverizzato, in uno strato uniforme e continuo e secondo i precisi quantitativi stabiliti. In particolare devono evitarsi spandimenti che concentrino il materiale secondo semicerchi o righe longitudinali.

Si dovrà evitare di sporcare le banchine, i cordoni, i paracarri, i segnalinee e le altre opere eventualmente esistenti ai margini della strada, disponendo opportune protezioni, con tavole o altri materiali, durante la spruzzatura del legante. Si deve pure evitare, mediante idonee protezioni, che il legante abbia a colare nelle tubazioni, nelle bocchette di scarico, di ispezione o nei chiusini eventualmente esistenti.

Lo spargimento del pietrischetto e della graniglia di saturazione dovrà essere eseguito possibilmente con distributori meccanici e, in ogni caso, in modo da realizzare uno strato continuo e di spessore uniforme, ricoprente tutta la superficie trattata, e corrispondente ai quantitativi minimi prescritti.

Lo spargimento del materiale di saturazione sarà seguito da cilindratura con un rullo normale non superiore alle 10 ton.

Quando si usano bitumi lo spargimento e la cilindratura del materiale di saturazione devono essere eseguiti al più presto possibile dopo la posa in opera del legante, prima che il bitume si sia eccessivamente raffreddato e indurito.

3) Quantitativi di legante, pezzature e quantitativi dei materiali di saturazione nei trattamenti bituminosi superficiali:

I quantitativi di legante, le pezzature e i quantitativi dei materiali di saturazione da impiegare saranno indicati, caso per caso, dalla Direzione dei Lavori.

5.0 - CONGLOMERATI BITUMINOSI NORMALI PER STRATI DI BASE

Il conglomerato bituminoso per strati di base (normale a caldo) è una miscela dosata a peso o a volume,

costituita da aggregati lapidei, fresato, filler, bitume e additivi, stesa a caldo con macchina vibrofinitrice in spessori di posa (compressi) da 8 a 12 cm.
Le miscele impiegate dovranno essere qualificate in conformità alla Direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione.
Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1.

MATERIALI COSTITUENTI E LORO QUALIFICAZIONE

Aggregati
Gli aggregati lapidei costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo.
Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi degli aggregati fini e del filler, che può essere proveniente dalla frazione fina o di additivazione.
Gli aggregati grossi e fini sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi).
Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla Direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione.
Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE, attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

Aggregato grosso: d>2 mm e D<45 mm
La designazione dell'aggregato grosso (Curva granulometrica) dovrà essere effettuata con riferimento ai setacci appartenenti al Gruppo di base più Gruppo 2 della UNI EN 13043.
L'aggregato grosso potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 1.B.

Tabella 1.B – Aggregato grosso

Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Dimensione massima dell'aggregato	UNI EN 933-1	40 mm	-
Granulometria	UNI EN 13043		Gc 85/20 (o migliore)
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	□□50	$C_{50/30}$
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	≤30 %	LA_{30}
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	≤30 %	FI_{30}
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	≤1,5 %	$WA_{24}2$

Aggregato fine: D<2 mm e d>0,063 mm
La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043.
Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima D=4 mm.

L'aggregato fine potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 2.B.

Tabella 2.B - Aggregato fine

Parametro	Norma di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	≥50%	-
Passante allo 0,063 mm	UNI EN 933-1	≤2%	f_2

Filler
Il filler, frazione per la maggior parte passante al setaccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti.
La granulometria del filler, determinata secondo la norma UNI EN 933-10, dovrà essere conforme a quella prevista dalla norma UNI EN 13043.
Il filler per strati di base deve soddisfare i requisiti indicati in Tabella 3.B.

Tabella 3.B – Filler

Parametro	Norma di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Porosità del filler secco compattato (Rigden)	UNI EN 1097-4	28-45 %	$V_{28/45}$
Stiffening Power ($\Delta_{R\&B}$)	UNI EN 13179-1	≥ 5 %	□

Il possesso dei requisiti elencati nelle Tabelle 1.B, 2.B e 3.B sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso.
Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.
Il sistema di attestazione della conformità è quello specificato all'Allegato 2 del DM 16/11/2009 per Uso in elementi strutturali (2+).
Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.
Qualora uno o più requisiti richiesti indicati in tabella non siano tra quelli da dichiarare a cura del fabbricante, ai fini della marcatura CE, cosi come contemplato dal DM 16/11/2009, essi devono, comunque, essere determinati. Per i requisiti non dichiarati nell'attestato di conformità CE, la D.L. richiederà la qualifica del materiale, da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Impiego di fresato bituminoso

Per la realizzazione del conglomerato è possibile l'utilizzo di materiale fresato proveniente da qualsiasi strato bitumato di pavimentazione stradale alle seguenti condizioni:

- il conglomerato finito dovrà rispondere agli stessi requisiti del conglomerato senza fresato di seguito descritti;
- la quantità di fresato aggiunta non deve risultare superiore al 30% in peso della quantità totale degli aggregati;
- il diametro massimo deve essere di 40 mm;
- l'impiego di additivi rigeneranti (ACF), secondo le modalità prescritte dalla EN13108-1 e dal presente Capitolato.

Gli ACF sono composti chimici da utilizzare sempre nelle lavorazioni (a caldo e a freddo) in cui si reimpiegano materiali fresati.
Per la verifica delle effettive quantità impiegate, vanno fornite in copia alla D.L. le bolle di consegna.
L'impresa esecutrice dovrà dichiarare alla D.L. l'utilizzo del materiale fresato, prima dell'inizio dei lavori, nello studio della miscela, da presentarsi obbligatoriamente.

Bitume tradizionale

Il legante deve essere costituito da bitume per applicazioni stradali, ottenuto dai processi di raffinazione del petrolio greggio.
Saranno utilizzati, a seconda della zona e del periodo di impiego, bitumi appartenenti alle classi di penetrazione 50/70 oppure 70/100, definite dalla UNI EN 12591. La preferenza di impiego sarà per la classe 50/70 per le temperature più elevate.
Le proprietà dei bitumi ed i relativi metodi di prova sono indicate nella Tabella 4.B.

Tabella 4.B - Bitume tradizionale

			Tipo 50/70	Tipo 70/100
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valori richiesti	Valori richiesti
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	dmm	50-70	70-100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	46-54	43-51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ -6	≤ -8
Resistenza all'invecchiamento dopo RTFOT [UNI EN 12607-1]				
Variazione di massa	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,5	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25 °C	UNI EN 1426	%	≥ 50	≥ 46

Incremento del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 11	≤ 11

Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del legante tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per c/terzi.

Emulsione bituminosa

L'emulsione dovrà rispondere ai requisiti di accettazione specificatamente indicati in funzione dell'uso stesso che se ne intende fare (mano di ancoraggio, mano d'attacco).
Tali requisiti sono individuati più avanti, alla voce "Preparazione delle superfici di stesa".

Attivanti di adesione

Per migliorare la durabilità all'acqua (Affinità bitume-aggregato), devono essere impiegati degli additivi attivanti d'adesione costituti da sostanze che favoriscono l'adesione.
Il loro dosaggio potrà variare tra il 0,2% e lo 0,5% sul peso del legante, a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto.
L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.
La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume vengono verificati mediante la norma UNI EN 12697-11.
Per la verifica delle effettive quantità impiegate, vanno fornite in copia alla D.L. le bolle di consegna.

Attivanti Chimici Funzionali

Nel caso di utilizzo di conglomerato bituminoso "fresato" nelle percentuali massime precedentemente prescritte, si dovranno seguire le modalità precisate nella EN 13108-1. Diversamente, per rigenerare le caratteristiche del bitume invecchiato dovranno essere impiegati attivanti chimici funzionali che devono avere le caratteristiche chimico-fisiche riportate nella Tabella 5.B.

Tabella 5.B - Attivanti Chimici Funzionali

Caratteristiche	Normativa	Unità di misura	Valori richiesti
Densità a 25 °C	ASTM D – 1298		0,900 - 0,950
Punto di infiammabilità v.a.	ASTM D – 92	°C	200
Viscosità dinamica a 160 °C γ =10s-1	SNV 671908/74	Pa s	0,03 - 0,05
Solubilità in tricloroetilene	ASTM D – 2042	% in peso	99,5
Numero di neutralizzazione	IP 213	mg/KOH/g	1,5 - 2,5
Contenuto di acqua	ASTM D – 95	% in volume	1
Contenuto di azoto	ASTM D – 3228	% in peso	0,8 - 1,0

Il dosaggio di ACF varia in funzione della percentuale di conglomerato riciclato e delle caratteristiche del bitume in esso contenuto ed è da calcolarsi in funzione della percentuale teorica del bitume nuovo da aggiungere. Indicativamente possono essere utilizzate percentuali variabili tra lo 0,2 e 0,3 in peso sul fresato.
L'immissione degli ACF nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.
Per la verifica delle effettive quantità impiegate, vanno fornite in copia alla D.L. le bolle di consegna.

Miscele

Il produttore dovrà determinare e dichiarare la composizione tipica delle miscele impiegate.
La miscela degli aggregati da adottarsi per i conglomerati per strati di base deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato in Tabella 6.B.
La percentuale di legante, riferita al peso della miscela, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tab. 6.B.

Tabella 6.B - Fuso granulometrico

Serie UNI		Passanti
	mm	%
Setaccio	40,0	100
Setaccio	32,0	90 – 100
Setaccio	20,0	69 – 82
Setaccio	8,0	45 – 56
Setaccio	2,0	21 – 31
Setaccio	0,50	10 – 17
Setaccio	0,25	6 – 12
Setaccio	0,063	4 – 8
% di bitume (in peso sulla miscela)		3,8 – 4,8

La quantità di bitume di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con il metodo Marshall (UNI EN 12697-34).
Le caratteristiche richieste per i conglomerati per strati di base sono riportate in Tabella 7.B.

Tabella 7.B - Requisiti miscela per base

METODO MARSHALL - UNI EN 12697-34		
Condizioni di prova: Costipamento 75 colpi x faccia	Unità di misura	Valori richiesti
Stabilità Marshall	KN	> 8,0
Rigidezza Marshall	KN/mm	2,5 - 5,0
Vuoti residui - UNI EN 12697-8	%	4 - 7
Massa volumica apparente UNI EN 12697-6 Procedura C (provino sigillato)	Kg/m^3	□2.150

In alternativa, quando possibile, si potrà utilizzare il metodo volumetrico (UNI EN 12697-31). In tal caso le caratteristiche richieste sono quelle riportate in Tab. 7.1.B.

Tabella 7.1.B - Requisiti miscela per base

METODO VOLUMETRICO - UNI EN 12697-31			
Requisito		Unità di misura	Valori richiesti
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697-5, 6, 8	%	Min 10-14 Max
Vuoti a 100 rotazioni		%	Min 3-6 Max
Vuoti a 180 rotazioni		%	>2
Modulo di rigidezza	UNI EN 12697-26	MPa	> 3.000
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	N/mm^2	> 1,0

Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	%	> 75

CONDIZIONI DI PROVA (parametri della pressa giratoria):
· angolo di rotazione: 1,25° +0,02°;
· velocità di rotazione: 30 rotazioni/minuto;
· pressione verticale: kPa 600;
· diametro del provino: mm 150.
· I requisiti di resistenza e di rigidezza saranno valutati su provini compattati a 100 rotazioni.

Accettazione delle miscele
Il possesso dei requisiti elencati nelle Tabelle 6.B, 7.B e/o 7.1.B viene verificato dalla D.L. in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE delle miscele.
Gli attestati devono essere consegnati alla D.L. almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.
Per i requisiti non dichiarati nell'attestato di conformità CE, la D.L. può chiedere la qualifica del materiale da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.
Resta salva la facoltà del Direttore dei Lavori di verificare, con controlli di accettazione, i requisiti dichiarati dal produttore.
I controlli di accettazione possono essere effettuati sulle miscele prelevate alla stesa, come pure sulle carote prelevate in sito.

Confezionamento delle miscele
Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.
La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati.
Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata. L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.
Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.
La zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.
Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.
L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,5% in peso.
La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 150 °C e 170 °C e quella del legante tra 150 °C e 160 °C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Preparazione delle superfici di stesa
Prima della realizzazione di uno strato di base è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi caratteristiche specifiche.
A seconda che lo strato di supporto sia in misto granulare oppure in conglomerato bituminoso la lavorazione corrispondente prenderà il nome rispettivamente di mano di ancoraggio e mano d'attacco.

Per mano di ancoraggio si intende una emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità, applicata sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso. Scopo di tale lavorazione è quello di riempire i vuoti dello strato non legato irrigidendone la parte superficiale, fornendo al contempo una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso.
Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica a rottura lenta con il 55% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808 C 55 B 5) rispondente alle specifiche indicate nella Tabella 8.B.

Tabella 8.B - Emulsione per mano d'ancoraggio

Parametro	Normativa	Valori richiesti	Classe UNI EN 13808

Polarità	UNI EN 1430	Positiva	2
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	45+/-1%	-
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	55+/-1%	4
Contenuto di legante (bitume+flussante)	UNI EN 1431	> 53%	4
Contenuto flussante	UNI EN 1431	0%	-
Sedimentazione a 7gg	UNI EN 12847	≤10%	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	120 – 180	5
Residuo bituminoso (per evaporazione)			
Penetrazione a 25 °C	UNI EN1426	≤100 dmm	-
Punto di rammollimento	UNI EN1427	> 30°C	-

Per mano d'attacco si intende un'emulsione bituminosa applicata sopra una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, avente lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi, aumentando l'adesione all'interfaccia.
L'emulsione per mano d'attacco deve essere un'emulsione cationica, a rottura rapida, con il 60% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808 C 60 B 4), rispondente alle specifiche indicate nella Tabella 9.B.
Il dosaggio varia a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione.
Nel caso di stesa della base in due strati il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,30 kg/m^2; nel caso di stesa su pavimentazione precedentemente fresata il dosaggio deve essere di 0,40 kg/m^2 di bitume residuo.

Tabella 9.B - Emulsione per mano d'attacco

Parametro	Normativa	Valori richiesti	Classe UNI EN 13808
Polarità	UNI EN 1430	Positiva	2
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	40+/-1%	-
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	60+/-1%	5
Contenuto di legante (bitume+flussante)	UNI EN 1431	> 59%	5
Contenuto flussante	UNI EN 1431	< 3%	3
Sedimentazione a 7gg	UNI EN 12847	≤10%	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	70 – 130	4
Residuo bituminoso (per evaporazione)			
Penetrazione a 25 °C	UNI EN1426	≤100 dmm	-
Punto di rammollimento	UNI EN1427	> 40°C	-

È ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche diversamente diluite a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) ed il dosaggio siano gli stessi.
Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante. La voce di Elenco prezzi relativa alla BASE è comprensiva della stesa della mano di ancoraggio o mano di attacco a seconda dei casi.

Posa in opera

La posa in opera dello strato di base viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza.
Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.
Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva.
Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.
I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.
Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di

trasporto di adeguata portata, efficienti e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.
La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice deve risultare in ogni momento non inferiore a 120 °C.
La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro. Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.
La compattazione della base deve iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.
L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati. Possono essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di peso non inferiore a 8 t e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.
La superficie dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

CONTROLLI

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso per strati di base e della sua posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.
L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella Tabella 10.B.
Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.
Le prove saranno eseguite da Laboratorio indicato dal Committente.

Sui <u>materiali costituenti</u> devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità.

<u>Sulla miscela</u> vengono determinate:
- la percentuale di bitume;
- la granulometria degli aggregati;
- la quantità di attivante d'adesione.

<u>Sui provini Marshall</u> sono determinati:
- la stabilità e rigidezza Marshall, sui provini confezionati in opera, prelevati alla stesa;
- la massa volumica apparente (UNI EN 12697-6 Procedura C);
- la percentuale dei vuoti residui (UNI EN 12697-8).

Dopo la stesa, la D.L. preleverà delle carote, a suo insindacabile giudizio, per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.

<u>Sulle carote</u> vengono determinate:

- lo spessore;
- la granulometria degli aggregati;
- la percentuale di bitume;
- la quantità di attivante d'adesione;
- la percentuale dei vuoti residui.

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione.
Per lo strato di base è ammessa una tolleranza, rispetto al dato di progetto, del 7%.
La detrazione è applicata con un valore percentuale pari al triplo dei punti percentuali di cui lo spessore differisce per difetto da quello di progetto, dedotta la relativa tolleranza percentuale sopra indicata (es.: se la differenza di spessore medio è del 14% rispetto allo spessore di progetto, la penale sarà pari a [3x(14-7)]%=21%).
La superficie su cui sarà applicata la detrazione sarà determinata tra carote adiacenti (somma della metà della distanza tra la carota precedente e quella successiva) per la larghezza dell'intervento.

La granulometria degli aggregati va confrontata con il fuso di riferimento della miscela verificando che la curva, ad andamento continuo, sia contenuta all'interno dei limiti stessi del fuso. Tale controllo va fatto con particolare riferimento alle dimensioni inferiori dei setacci (□< 2mm).

Per carenze nella quantità di bitume, fatta salva una tolleranza dello 0,3%, verrà applicata per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco dello strato di base pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 25\ b^2$$

dove b è il valore dello scostamento della percentuale di bitume (arrotondata allo 0,1%) dal valore previsto nello studio della miscela, oltre la tolleranza dello 0,3%.

Per l'assenza di attivante d'adesione verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione pari al 10% del prezzo in elenco per lo strato di base.

Per valori dei vuoti, determinati sulle carote, superiori al 7% verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco dello strato di base pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = v + 0{,}5\ v^2$$

dove v è la media degli scostamenti (eccedenze) dei valori ottenuti dalle carote rispetto al valore limite del 7%. Valori dei vuoti superiori al 12% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Per gli inerti grossi aventi caratteristiche non conformi a quelle richieste, per l'eccesso nella quantità di bitume, per la rigidezza Marshall fuori dai limiti prescritti, per percentuali di vuoti residui, sia sulla miscela sfusa che sulle carote, inferiori al valore minimo, la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

Le penali precedentemente indicate sono cumulabili e non escludono ulteriori detrazioni per difetto dei materiali costituenti, della miscela utilizzata rispetto a quella proposta dall'Impresa e/o della sua posa in opera, sempre che le carenze riscontrate rientrino nei limiti di accettabilità e non pregiudichino la funzionalità dell'opera.

Tabella 10.B - Frequenza Controlli Strato di base

Campione	bicazione prelievo	Frequenza prove	Requisiti da controllare
Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m^3 di stesa	Riferimento Tabella 1.B
Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m^3 di stesa	Riferimento Tabella 2.B
Filler	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m^3 di stesa	Riferimento Tabella 3.B
Bitume	Cisterna	Settimanale oppure Ogni 2500 m^3 di stesa	Riferimento Tabella 4.B
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m^2 di stesa	tteristiche risultanti dallo studio della miscela
Carote x spessori	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Carote	Pavimentazione	0 m di fascia di stesa	% bitume, attivante d'adesione, % vuoti

6.0 – CONGLOMERATI BITUMINOSI NORMALI PER STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER)

Il conglomerato bituminoso per strati di collegamento (tradizionale a caldo) è una miscela dosata a peso o a volume, costituita da aggregati lapidei, fresato, filler, bitume e additivi.
Le miscele impiegate dovranno essere qualificate in conformità alla Direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione.
Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1. MATERIALI COSTITUENTI E LORO QUALIFICAZIONE

Aggregati

Gli aggregati lapidei costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo.
Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi degli aggregati fini e del filler, che può essere proveniente dalla frazione fina o di additivazione.
Gli aggregati grossi e fini sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi).
Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla Direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione.
Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE, attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

Aggregato grosso: d>2 mm e D<45 mm

La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata con riferimento ai setacci appartenenti al Gruppo di base più Gruppo 2 della UNI EN 13043.
L'aggregato grosso potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 1.b.

Tabella 1.b - Aggregato grosso

Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Dimensione dell'aggregato	UNI EN 933-1	30 mm	-
Granulometria	UNI EN 13043		Gc 85/15 (o migliore)
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	□□80	$C_{80/0}$
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	≤30 %	LA_{30}
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	≤30 %	FI_{30}

Aggregato fine: D<2 mm e d>0,063 mm

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043.
Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima D = 4 mm.
L'aggregato fine potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 2.b.

Tabella 2.b - Aggregato fine

Parametro	Norma di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	≥70%	-
Spigolosità dell'aggregato fine	UNI EN 933-6	≥30%	$E_{CS}30$
Passante allo 0,063 mm	UNI EN 933-1	≤2%	f_2

Filler

Il filler, frazione per la maggior parte passante al setaccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti.
La granulometria del filler, determinata secondo la UNI EN 933-10, dovrà essere conforme a quella prevista dalla norma UNI EN 13043.
Il filler per strati di base deve soddisfare i requisiti indicati in Tabella 3.b.

Tabella 3.b - Filler

Parametro	Norma di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Porosità del filler seccocompattato (Ridgen)	UNI EN 1097-4	30-45%	$V_{38/45}$

Stiffening Power (□R&B)	UNI EN 13179-1	≥ 5%	□R&B8/16

Il possesso dei requisiti elencati nelle Tabelle 1.b, 2.b e 3.b sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso.
Gli attestati dovranno essere consegnati alla D.L. almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.
Il sistema di attestazione della conformità è quello specificato all'Allegato 2 del DM 16/11/2009 per Uso in elementi strutturali (2+).
Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.
Qualora uno o più requisiti richiesti indicati in tabella non siano tra quelli da dichiarare a cura del fabbricante, ai fini della marcatura CE, cosi come contemplato dal DM 16/11/2009, essi devono, comunque, essere determinati. Per i requisiti non dichiarati nell'Attestato di conformità CE la D.L. richiederà la qualifica del materiale, da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'Art. 59 del DPR n. 380/2001.

Impiego di fresato bituminoso

Per la realizzazione del conglomerato è possibile l'utilizzo di materiale fresato proveniente da qualsiasi strato bitumato di pavimentazione stradale alle seguenti condizioni:

- il conglomerato finito dovrà rispondere agli stessi requisiti del conglomerato senza fresato di seguito descritti;
- la quantità di fresato aggiunta non deve risultare superiore al 20% in peso della quantità totale degli aggregati;
- il diametro massimo deve essere di 20 mm;

l'impiego di additivi rigeneranti (ACF), secondo le modalità prescritte dalla EN13108-1 e dal presente Capitolato.
Gli ACF sono composti chimici da utilizzare sempre nelle lavorazioni (a caldo e a freddo) in cui si reimpiegano materiali fresati.
Per la verifica delle effettive quantità impiegate, vanno fornite in copia alla D.L. le bolle di consegna.
L'impresa esecutrice dovrà dichiarare alla D.L. l'utilizzo del materiale fresato prima dell'inizio dei lavori, nello studio della miscela da presentarsi obbligatoriamente.

Bitume tradizionale

Il legante deve essere costituito da bitume per applicazioni stradali, ottenuto dai processi di raffinazione del petrolio greggio.
Saranno utilizzati, a seconda della zona e del periodo di impiego, bitumi appartenenti alle classi di penetrazione 50/70 oppure 70/100, definite dalla UNI EN 12591. La preferenza di impiego sarà per la classe 50/70 per le temperature più elevate.
Le proprietà dei bitumi ed i relativi metodi di prova sono indicate nella Tabella 4.b.

Tabella 4.b - Bitume tradizionale

			Tipo 50/70	Tipo 70/100
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valori richiesti	Valori richiesti
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	dmm	50-70	70-100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	46-54	43-51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ -6	≤ -8
Resistenza all'invecchiamento dopo RTFOT [UNI EN 12607-1]				
Variazione di massa	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,5	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25 °C	UNI EN 1426	%	≥ 50	≥ 46
Incremento del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 11	≤ 11

Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del legante tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per c/terzi.

Emulsione bituminosa

Prima della realizzazione dello strato di binder è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire un'adeguata adesione all'interfaccia, mediante l'applicazione di emulsioni bituminose cationiche a rottura rapida con il 60% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808 C 60 B 4).

Le caratteristiche del materiale da impiegare sono riportate più avanti alla voce Preparazione delle superfici di stesa (Tab. 7.b).

Attivanti d'adesione

Gli attivanti d'adesione sono additivi utilizzati per migliorare la durabilità all'acqua delle miscele bituminose.
Gli attivanti di adesione hanno la funzione di modificare le caratteristiche superficiali degli aggregati rendendoli idrofobi e allo stesso tempo di aumentare l'adesione inerte/bitume. Gli attivanti di adesione debbono essere impiegati nel caso si utilizzino aggregati ad elevato tenore in silice come quarziti, graniti ecc (per esempio porfido) ed in caso di lavorazioni eseguite in condizioni meteorologiche non favorevoli, con aggregati umidi, per pavimentazioni esposte a condizioni severe (temperature basse, frequente spargimento di sali fondenti ecc.).
Il loro dosaggio potrà variare tra il 0,2% e lo 0,5% sul peso del legante, a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto. L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso. Inoltre i prodotti devono essere accompagnati dalle schede tecniche che ne indicano caratteristiche, sicurezza e modalità di impiego, che potranno essere verificati anche con appositi test di cantiere. Per la verifica delle effettive quantità impiegate, vanno fornite in copia alla DL le bolle di consegna.

Attivanti Chimici Funzionali

Nel caso di utilizzo di conglomerato bituminoso "fresato" nelle percentuali massime precedentemente prescritte, si dovranno seguire le modalità precisate nella EN 13108-1. Diversamente, per rigenerare le caratteristiche del bitume invecchiato dovranno essere impiegati attivanti chimici funzionali che devono avere le caratteristiche chimico-fisiche riportate nella Tabella 5.b.

Tabella 5.b - Attivanti Chimici Funzionali

Caratteristiche	Normativa	Unità di misura	Valori richiesti
Densità a 25 °C	ASTM D – 1298		0,900 - 0,950
Punto di infiammabilità v.a.	ASTM D – 92	°C	200
Viscosità dinamica 160 °C γ =10s-1	SNV 671908/74	Pa s	0,03 - 0,05
Solubilità in tricloroetilene	ASTM D – 2042	% in peso	99,5
Numero di neutralizzazione	IP 213	mg/KOH/g	1,5 - 2,5
Contenuto di acqua	ASTM D – 95	% in volume	1
Contenuto di azoto	ASTM D – 3228	% in peso	0,8 - 1,0

Il dosaggio di ACF varia in funzione della percentuale di conglomerato riciclato e delle caratteristiche del bitume in esso contenuto ed è da calcolarsi in funzione della percentuale teorica del bitume nuovo da aggiungere. Indicativamente possono essere utilizzate percentuali variabili tra lo 0,2 e 0,3 in peso sul fresato.
L'immissione degli ACF nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.
Per la verifica delle effettive quantità impiegate, vanno fornite in copia alla D.L. le bolle di consegna.

Miscele

Il produttore dovrà determinare e dichiarare la composizione tipica delle miscele impiegate.
La miscela degli aggregati da adottarsi per i conglomerati per strati di collegamento deve avere una composizione granulometrica contenuta in uno dei fusi riportati in Tabella 6.b, riferendosi al CB 20 nel caso di impiego su spessori superiori a 4 cm.
La percentuale di legante, riferita al peso della miscela, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tab.6.b.
Tabella 6.b - Fusi granulometrici

Setacci	CB 20	CB 16
mm		%
32,0	100	-
22,4		100
20,0	90-100	
16,0		90-100
10	56-68	73-85
4	37-48	45-56

2	23-33	28-38
0,50	11-17	16-24
0,25	6-12	11-18
0,063	4-7	4-8
Contenuto di legante %	4,3 – 5,2	4,3 – 5,2

La quantità di bitume di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con il metodo Marshall (UNI EN 12697-34).
Le caratteristiche richieste per i conglomerati tipo binder sono riportate in Tabella 7.b.

Tabella 7.b - Requisiti miscela per binder

METODO MARSHALL - UNI EN 12697-34		
Condizioni di prova: Costipamento 75 colpi x faccia	Unità di misura	Valori richiesti
Stabilità Marshall	KN	> 10,0
Rigidezza Marshall	KN/mm	3,0 - 4,5
Vuoti residui - UNI EN 12697-8	%	4 – 6,5
Massa volumica apparente UNI EN 12697-6 Procedura C (provino sigillato)	Kg/m³	□□2.150

In alternativa, quando possibile, si potrà utilizzare il metodo volumetrico (UNI EN 12697-31). In tal caso le caratteristiche richieste sono quelle riportate in Tab. 7.1.b.

Tabella 7.1.b - Requisiti miscela il binder

METODO VOLUMETRICO - UNI EN 12697-31			
Requisito		Unità di misura	Valori richiesti
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697-5, 6, 8	%	Min 10-14 Max
Vuoti a 100 rotazioni		%	Min 3-6 Max
Vuoti a 180 rotazioni		%	>2
Modulo di rigidezza	UNI EN 12697-26	MPa	> 3.000
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	N/mm²	> 1,0
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	%	> 75
CONDIZIONI DI PROVA (parametri della pressa giratoria): · angolo di rotazione: 1,25° +0,02°; · velocità di rotazione: 30 rotazioni/minuto; · pressione verticale: kPa 600; · diametro del provino: mm 150. · I requisiti di resistenza e di rigidezza saranno valutati su provini compattati a 100 rotazioni.			

Accettazione delle miscele

Il possesso dei requisiti elencati nelle Tabelle 6.b, 7.b e/o 7.1.b viene verificato dalla D.L. in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE delle miscele.

Gli attestati devono essere consegnati alla D.L. almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.
Per i requisiti non dichiarati nell'attestato di conformità CE, la D.L. può chiedere la qualifica del materiale da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'Art. 59 del DPR n. 380/2001.
Resta salva la facoltà del Direttore dei Lavori di verificare, con controlli di accettazione, i requisiti dichiarati dal produttore.
I controlli di accettazione possono essere effettuati sulle miscele prelevate alla stesa, come pure sulle carote prelevate in sito.

Confezionamento delle miscele

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.
La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati. Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo

drum- mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata. L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione
ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.
Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.
La zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.
Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.
L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,5% in peso.
La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 150 °C e 170 °C e quella del legante tra 150 °C e 160 °C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Preparazione delle superfici di stesa

Prima della realizzazione del binder è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose cationiche a rapida rottura con il 60% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808 C 60 B 4).
Le caratteristiche del materiale da impiegare sono riportate in Tabella 8.b.
Nel caso di nuove costruzioni (stesa del binder sopra la base) il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,30 Kg/m^2; nel caso di stesa su pavimentazione precedentemente fresata il dosaggio deve essere di 0,40 Kg/m^2 di bitume residuo.
E' ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche diversamente diluite a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) ed il dosaggio siano gli stessi.

Tabella 8.b - Emulsione bituminosa

Parametro	Normativa	Valori richiesti	Classe UNI EN 13808
Polarità	UNI EN 1430	Positiva	2
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	40+/-1%	-
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	60+/-1%	5
Contenuto di legante (bitume+flussante)	UNI EN 1431	> 59%	5
Contenuto flussante	UNI EN 1431	< 3%	3
Sedimentazione a 7gg	UNI EN 12847	≤10%	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	70 - 130	4
Residuo bituminoso (per evaporazione)			
Penetrazione a 25 °C	UNI EN1426	≤100 dmm	-
Punto di rammollimento	UNI EN1427	> 40°C	-

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante. La voce di Elenco prezzi relativa al BINDER è comprensiva della stesa della mano di ancoraggio o mano di attacco a seconda dei casi.

Posa in opera

La posa in opera del binder viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza.
Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.
Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva.
Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.
I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.
La sovrapposizione dei giunti longitudinali deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino sfalsati di almeno 20 cm rispetto a quelli dello strato sottostante e non cadano mai in corrispondenza delle due

fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.
Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.
La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice deve risultare in ogni momento non inferiore a 150 °C.
La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro. Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.
La compattazione del binder deve iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.
L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati. Possono essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di peso non inferiore a 8 t e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.
Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.
La superficie dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

CONTROLLI

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.
L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella Tabella 9.b.
Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.
Le prove saranno eseguite da Laboratorio indicato dal Committente.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità.

Sulla miscela vengono determinate:
- la percentuale di bitume;
- la granulometria degli aggregati; Sui provini Marshall sono determinati:
- la stabilità e rigidezza Marshall, sui provini confezionati in opera, prelevati alla stesa;
- la massa volumica apparente (UNI EN 12697-6 Procedura C);
- la percentuale dei vuoti residui (UNI EN 12697-8).

Dopo la stesa, la D.L. preleverà delle carote, a suo insindacabile giudizio, per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.

Sulle carote vengono determinate:

- lo spessore;
- la granulometria degli aggregati;
- la percentuale di bitume;
- la quantità di attivante d'adesione;
- la percentuale dei vuoti residui.

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione.
Per lo strato di binder è ammessa una tolleranza, rispetto al dato di progetto, del 5%.
La detrazione è applicata con un valore percentuale pari al triplo dei punti percentuali di cui lo spessore differisce per difetto da quello di progetto, dedotta la relativa tolleranza percentuale sopra indicata (es.: se la differenza di spessore medio è del 10% rispetto allo spessore di progetto, la penale sarà pari a [3x(10-5)]%=15%).
La superficie su cui sarà applicata la detrazione sarà determinata tra carote adiacenti (somma della metà della distanza tra la carota precedente e quella successiva) per la larghezza dell'intervento.
La granulometria degli aggregati va confrontata con il fuso di riferimento della miscela verificando che la curva, ad andamento continuo, sia contenuta all'interno dei limiti stessi del fuso. Tale controllo va fatto con particolare riferimento alle dimensioni inferiori dei setacci (□< 2mm).

Per carenze nella quantità di bitume, fatta salva una tolleranza dello 0,3%, verrà applicata per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco dello strato di collegamento pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 25\ b^2$$

dove b è il valore dello scostamento della percentuale di bitume (arrotondata allo 0,1%) dal valore previsto nello studio della miscela, oltre la tolleranza dello 0,3%.
Per l'assenza di attivante d'adesione verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione pari al 10% del prezzo in elenco per lo strato di collegamento.
Per valori dei vuoti, determinati sulle carote, superiori al 7% verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una

detrazione percentuale al prezzo di elenco dello strato di collegamento pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = v + 0{,}5\ v^2$$

dove v è la media degli scostamenti (eccedenze) dei valori ottenuti dalle carote rispetto al valore limite del 7%. Valori dei vuoti superiori al 12% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.
Per gli inerti grossi aventi caratteristiche non conformi a quelle richieste, per l'eccesso nella quantità di bitume, per la rigidezza Marshall fuori dai limiti prescritti, per percentuali di vuoti residui, sia sulla miscela sfusa che sulle carote, inferiori al valore minimo, la D.L. valuta l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.
Le penali precedentemente indicate sono cumulabili e non escludono ulteriori detrazioni per difetto dei materiali costituenti, della miscela utilizzata rispetto a quella proposta dall'Impresa e/o della sua posa in opera, sempre che le carenze riscontrate rientrino nei limiti di accettabilità e non pregiudichino la funzionalità dell'opera.

Tabella 9.b - Frequenza Controlli Strato di collegamento

Campione	bicazione prelievo	Frequenza prove	Requisiti da controllare
Aggregato grosso	Impianto	Settimanale opp. ogni 2500 m^3 di stesa	Riferimento Tabella 1.b
Aggregato fino	Impianto	Settimanale opp. ogni 2500 m^3 di stesa	Riferimento Tabella 2.b
Filler	Impianto	Settimanale opp. ogni 2500 m^3 di stesa	Riferimento Tabella 3.b
Bitume	Cisterna	Settimanale opp. ogni 2500 m^3 di stesa	Riferimento Tabella 4.b
Conglom. sfuso	Vibrofinitr.	Giornaliera opp. ogni 5.000 m^2 di stesa	Caratter. risultanti dallo studio
Carote x spessori	Paviment.	ogni 200 m di fascia di stesa	Spess. previsto in progetto
Carote	Paviment.	ogni 1000 m di fascia di stesa	% bit. attivante d'adesione, % vuoti

7.0 – CONGLOMERATI BITUMINOSI NORMALI PER STRATI DI USURA

Il conglomerato bituminoso per strati di usura (normali a caldo) è una miscela dosata a peso o a volume, costituita da aggregati lapidei, fresato, filler, bitume e additivi.
Le miscele impiegate dovranno essere qualificate in conformità alla Direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione.
Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1.

MATERIALI COSTITUENTI E LORO QUALIFICAZIONE

Aggregati

Gli aggregati lapidei costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo.
Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi degli aggregati fini e del filler, che può essere proveniente dalla frazione fina o di additivazione.
Gli aggregati grossi e fini sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi).
Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla Direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione.
Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE, attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

Aggregato grosso: d>2 mm e D<45 mm

La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata con riferimento ai setacci appartenenti al Gruppo di base più Gruppo 2 della UNI EN 13043.
L'aggregato grosso potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 1.u.

Tabella 1.u - Aggregato grosso

Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Dimensione max dell'aggregato	UNI EN 933-1	15 mm	-
Granulometria	UNI EN 13043		Gc 90/20 (o migliore)
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	100 %	$C_{100/0}$
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	≤22 %	LA_{25}
Resistenza alla levigazione	UNI EN 1097-8	≥44	PSV_{40}
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	≤20 %	FI_{20}

Nella miscela finale, la percentuale di aggregati grossi, con resistenza alla frammentazione LA ≤ 20 ed alla levigabilità PSV≥□44, deve essere pari ad almeno il 50% del totale aggregati grossi [trattenuti al 4 mm].

Aggregato fine: D<2 mm e d>0,063 mm

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043.
Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima D = 4 mm.
L'aggregato fine potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 2.u.

Tabella 2.u - Aggregato fine

Parametro	Norma di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	≥70%	-
Passante allo 0,063	UNI EN 933-1	≤5%	f_5

Filler

Il filler, frazione per la maggior parte passante al setaccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti.
La granulometria del filler, determinata secondo la UNI EN 933-10, dovrà essere conforme a quella prevista dalla norma UNI EN 13043.
Il filler per tappeto di usura deve soddisfare i requisiti indicati in Tabella 3.u.

Tabella 3.u - Filler

Parametro	Norma di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Porosità del filler secco compattato (Ridgen)	UNI EN 1097-4	30-45%	$V_{38/45}$
Stiffening Power (□$_{R\&B}$)	UNI EN 13179-1	≥ 5%	□$_{R\&B}$8/16

Il possesso dei requisiti elencati nelle Tabelle 1.u, 2.u e 3.u sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli Attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso.
Gli attestati dovranno essere consegnati alla D.L. almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.
Il sistema di attestazione della conformità è quello specificato all'Allegato 2 del DM 16/11/2009 per Uso in elementi strutturali (2+).
Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.
Qualora uno o più requisiti richiesti indicati in tabella non siano tra quelli da dichiarare a cura del fabbricante, ai fini della marcatura CE, cosi come contemplato dal DM 16/11/2009, essi devono, comunque, essere

determinati.
Per i requisiti non dichiarati nell'Attestato di conformità CE la D.L. richiederà la qualifica del materiale, da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'Art. 59 del DPR n. 380/2001.

Impiego di fresato bituminoso
Per la realizzazione del conglomerato destinato a strati di usura è possibile l'utilizzo di materiale fresato proveniente esclusivamente da strati bitumati di tappeti superficiali alle seguenti condizioni:

- il conglomerato finito dovrà rispondere agli stessi requisiti del conglomerato senza fresato di seguito descritti;
- la quantità di fresato aggiunta non deve risultare superiore al 10% in peso della quantità totale degli aggregati;
- il diametro massimo deve essere di 12 mm;

l'impiego di additivi rigeneranti (ACF), secondo le modalità prescritte dalla EN13108-1 e dal presente Capitolato.
Gli ACF sono composti chimici da utilizzare sempre nelle lavorazioni (a caldo e a freddo) in cui si reimpiegano materiali fresati.
Per la verifica delle effettive quantità impiegate, vanno fornite in copia alla D.L. le bolle di consegna. L'impresa esecutrice dovrà dichiarare alla D.L. l'utilizzo del materiale fresato prima dell'inizio dei lavori, nello studio della miscela da presentarsi obbligatoriamente.

Bitume tradizionale

Il legante deve essere costituito da bitume per applicazioni stradali, ottenuto dai processi di raffinazione del petrolio greggio.
Saranno utilizzati, a seconda della zona e del periodo di impiego, bitumi appartenenti alle classi di penetrazione 50/70 oppure 70/100, definite dalla UNI EN 12591. La preferenza di impiego sarà per la classe 50/70 per le temperature più elevate.
Le proprietà dei bitumi ed i relativi metodi di prova sono indicate nella Tabella 4.u.

Tabella 4.u - Bitume tradizionale

			Tipo 50/70	Tipo 70/100
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valori richiesti	Valori richiesti
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	dmm	50-70	70-100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	46-54	43-51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ -6	≤ -8
Resistenza all'invecchiamento dopo RTFOT [UNI EN 12607-1]				
Variazione di massa	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,5	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25 °C	UNI EN 1426	%	≥ 50	≥ 46
Incremento del punto rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 11	≤ 11

Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del legante tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per c/terzi.

Emulsione bituminosa

Prima della realizzazione dello strato di usura è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire un'adeguata adesione all'interfaccia, mediante l'applicazione di emulsioni bituminose cationiche a rottura rapida con il 60% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808 C 60 B 4).

Le caratteristiche del materiale da impiegare sono riportate al successivo paragrafo Preparazione delle superfici di stesa (Tabella 7.u).

Attivanti d'adesione

Gli attivanti d'adesione sono additivi utilizzati per migliorare la durabilità all'acqua delle miscele bituminose.
Gli attivanti di adesione hanno la funzione di modificare le caratteristiche superficiali degli aggregati rendendoli idrofobi e allo stesso tempo di aumentare l'adesione inerte/bitume. Gli attivanti di adesione debbono essere impiegati nel caso si utilizzino aggregati ad elevato tenore in silice come quarziti, graniti ecc (per esempio porfido) ed in caso di lavorazioni eseguite in condizioni meteorologiche non favorevoli, con aggregati umidi, per pavimentazioni esposte a condizioni severe (temperature basse, frequente spargimento di sali fondenti ecc.).

Il loro dosaggio potrà variare tra il 0,2% e lo 0,5% sul peso del legante, a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto. L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso. Inoltre i prodotti devono essere accompagnati dalle schede tecniche che ne indicano caratteristiche, sicurezza e modalità di impiego, che potranno essere verificati anche con appositi test di cantiere. Per la verifica delle effettive quantità impiegate, vanno fornite in copia alla DL le bolle di consegna.

Attivanti Chimici Funzionali

Nel caso di utilizzo di conglomerato bituminoso "fresato" nelle percentuali massime precedentemente prescritte, si dovranno seguire le modalità precisate nella EN 13108-1. Diversamente, per rigenerare le caratteristiche del bitume invecchiato dovranno essere impiegati attivanti chimici funzionali che devono avere le caratteristiche chimico-fisiche riportate nella Tabella 5.u.

Tabella 5.u - Attivanti Chimici Funzionali

Caratteristiche	Normativa	Unità di misura	Valori richiesti
Densità a 25 °C	ASTM D – 1298		0,900 - 0,950
Punto di infiammabilità v.a.	ASTM D – 92	°C	200
Viscosità dinamica 160°C γ =10s-1	SNV 671908/74	Pa s	0,03 - 0,05
Solubilità in tricloroetilene	ASTM D – 2042	% in peso	99,5
Numero di neutralizzazione	IP 213	mg/KOH/g	1,5 - 2,5
Contenuto di acqua	ASTM D – 95	% in volume	1
Contenuto di azoto	ASTM D – 3228	% in peso	0,8 - 1,0

Il dosaggio di ACF varia in funzione della percentuale di conglomerato riciclato e delle caratteristiche del bitume in esso contenuto ed è da calcolarsi in funzione della percentuale teorica del bitume nuovo da aggiungere. Indicativamente possono essere utilizzate percentuali variabili tra lo 0,2 e 0,3 in peso sul fresato. L'immissione degli ACF nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso. Per la verifica delle effettive quantità impiegate, vanno fornite in copia alla D.L. le bolle di consegna.

Miscele

Il produttore dovrà determinare e dichiarare la composizione tipica delle miscele impiegate.
La miscela degli aggregati da adottarsi per i conglomerati per tappeti di usura deve avere una composizione granulometrica contenuta in uno dei fusi riportati in Tabella 6.u.
Il CB 12 di norma è utilizzato per spessori da 3,0 a 5,0 cm; il CB 10 per spessori da 2,0 a 3,0 cm; il CB 8 per tappeti con spessore 2 cm. La scelta della miscela da adottare dovrà essere concordata con la Direzione dei Lavori.
La percentuale di legante, riferita al peso della miscela, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tab. 6.u.

Tabella 6.u - Fusi granulometrici

Setacci	CB 12	CB 10	CB 8
mm	%	%	%
20,0	100		
14,0		100	
12,0	90-100		100
10,0		90-100	
8	72-84	75-87	90-100
6,3			75-88
4	44-55	44-58	53-66
2	26-36	26-36	30-43
0,50	14-20	14-20	17-25
0,25	10-15	10-15	11-17
0,063	6-10	6-10	6-10

Contenuto di legante %	4,6 - 5,6	4,8-5,7	4,9 – 5,8

La quantità di bitume di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con il metodo Marshall (UNI EN 12697-34).
Le caratteristiche dei conglomerati destinati a strati di usura sono riportate in Tabella 7.u.

Tabella 7.u - Requisiti miscela per usura

METODO MARSHALL - UNI EN 12697-34		
Condizioni di prova: Costipamento 75 colpi x faccia	Unità di misura	Valori richiesti
Stabilità Marshall	KN	>12,0
Rigidezza Marshall	KN/mm	3,5 - 4,5
Vuoti residui - UNI EN 12697-8	%	3 – 5,6
Massa volumica apparenteUNI EN 12697-6 Procedura C (provino sigillato)	Kg/m³	□2.200

In alternativa, quando possibile, per la determinazione delle caratteristiche del conglomerato per strato di usura si potrà utilizzare il metodo volumetrico (UNI EN 12697-31).
In tal caso le caratteristiche richieste sono quelle riportate in Tab. 7.1.u.

Tabella 7.1.u - Requisiti miscela l'usura

METODO VOLUMETRICO - UNI EN 12697-31			
Requisito		Unità di misura	Valori richiesti
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697-5, 6, 8	%	Min 10-14 Max
Vuoti a 100 rotazioni		%	Min 3-6 Max
Vuoti a 180 rotazioni		%	>2
Modulo di rigidezza	UNI EN 12697-26	MPa	> 3.300
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	N/mm^2	> 1,0
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	%	> 75
CONDIZIONI DI PROVA (parametri della pressa giratoria): · angolo di rotazione: 1,25° +0,02°; · velocità di rotazione: 30 rotazioni/minuto; · pressione verticale: kPa 600; · diametro del provino: mm 150. · I requisiti di resistenza e di rigidezza saranno valutati su provini compattati a 100 rotazioni.			

Accettazione delle miscele

Il possesso dei requisiti elencati nelle Tabelle 6.u, 7.u e/o 7.1.u viene verificato dalla D.L. in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE delle miscele.
Gli attestati devono essere consegnati alla D.L. almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.
Per i requisiti non dichiarati nell'attestato di conformità CE, la D.L. può chiedere la qualifica del materiale da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'Art. 59 del DPR n. 380/2001.
Resta salva la facoltà del Direttore dei Lavori di verificare, con controlli di accettazione, i requisiti dichiarati dal produttore.
I controlli di accettazione possono essere effettuati sulle miscele prelevate alla stesa, come pure sulle carote prelevate in sito.

Confezionamento delle miscele

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

La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati. Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum- mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata. L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo. La zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura. Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante. L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,5% in peso.
La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 140 °C e 160 °C e quella del legante tra 130 °C e 150 °C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Preparazione delle superfici di stesa

Prima della realizzazione dello strato di usura è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose cationiche a rapida rottura con il 60% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808 C 60 B 4).
Le caratteristiche del materiale da impiegare sono riportate in Tabella 8.u.
Nel caso di nuove costruzioni (stesa dell'usura sopra il binder) il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,30 Kg/m^2; nel caso di stesa su pavimentazione precedentemente fresata il dosaggio deve essere di 0,40 Kg/m^2 di bitume residuo.
E' ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche diversamente diluite a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) ed il dosaggio siano gli stessi.

Tabella 8.u - Emulsione bituminosa

Parametro	Normativa	Valori richiesti	Classe UNI EN 13808
Polarità	UNI EN 1430	Positiva	2
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	40+/-1%	-
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	60+/-1%	5
Contenuto di legante (bitume+flussante)	UNI EN 1431	> 59%	5
Contenuto flussante	UNI EN 1431	< 3%	3
Sedimentazione a 7gg	UNI EN 12847	≤10%	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	70 - 130	4
Residuo bituminoso (per evaporazione)			
Penetrazione a 25 °C	UNI EN1426	≤100 dmm	-
Punto di rammollimento	UNI EN1427	> 40°C	-

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante. La voce di Elenco prezzi relativa al TAPPETO DI USURA è comprensiva della stesa della mano di ancoraggio o mano di attacco a seconda dei casi.

Posa in opera
La posa in opera del tappeto d'usura viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza.
Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.
Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.
I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.
La sovrapposizione dei giunti longitudinali deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino sfalsati di almeno 20 cm rispetto a quelli dello strato sottostante e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.
La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice

deve risultare in ogni momento non inferiore a 150 °C.
La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro. Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.
La compattazione deve iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni. L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati. Possono essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di peso non inferiore a 8 t e caratteristiche tecnologiche avanzate in
modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.
Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.
La superficie dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

CONTROLLI

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.
L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella Tabella 9.u.
Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.
Le prove saranno eseguite da Laboratorio indicato dal Committente.
Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità.

Sulla miscela vengono determinate:

- la percentuale di bitume;
- la granulometria degli aggregati (compresa la percentuale di inerti grossi [trattenuti al 4 mm] di natura non carbonatica con caratteristiche specificate);

Sui provini Marshall sono determinati:

- la stabilità e rigidezza Marshall, sui provini confezionati in opera, prelevati alla stesa;
- la massa volumica apparente (UNI EN 12697-6 Procedura C);
- la percentuale dei vuoti residui (UNI EN 12697-8).

Dopo la stesa, la D.L. preleverà delle carote, a suo insindacabile giudizio, per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.

Sulle carote vengono determinate:

- lo spessore;
- la granulometria degli aggregati;
- la percentuale di bitume;
- la quantità di attivante d'adesione;
- la percentuale dei vuoti residui;

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione.
Per lo strato di usura è ammessa una tolleranza, rispetto al dato di progetto, del 4%.
La detrazione è applicata con un valore percentuale pari al triplo dei punti percentuali di cui lo spessore differisce per difetto da quello di progetto, dedotta la relativa tolleranza percentuale sopra indicata (es.: se la differenza di spessore medio è del 10% rispetto allo spessore di progetto, la penale sarà pari a [3x(10-4)]%=18%).
La superficie su cui sarà applicata la detrazione sarà determinata tra carote adiacenti (somma della metà della distanza tra la carota precedente e quella successiva) per la larghezza dell'intervento.
La granulometria degli aggregati va confrontata con il fuso di riferimento della miscela verificando che la curva, ad andamento continuo, sia contenuta all'interno dei limiti stessi del fuso. Tale controllo va fatto con particolare riferimento alle dimensioni inferiori dei setacci (□< 2mm).

Per la presenza di aggregati in frazione grossa di natura carbonatica in percentuali > 50% verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:
% di detrazione =

$$\frac{0,5 \cdot b^2}{100}$$

dove b è la differenza tra 50 e la percentuale in peso degli inerti di natura non carbonatica, con valori di LA e PSV non conformi, rispetto al peso totale degli inerti grossi (trattenuti al setaccio ISO 4,50 mm).
Per carenze nella quantità di bitume, fatta salva una tolleranza dello 0,3%, verrà applicata per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco dello strato di usura pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 25\ b^2$$

dove b è il valore dello scostamento della percentuale di bitume (arrotondata allo 0,1%) dal valore previsto nello studio della miscela, oltre la tolleranza dello 0,3%.
Per l'assenza di attivante d'adesione verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione pari al 10% del prezzo in elenco per lo strato di usura.
Per valori dei vuoti, determinati sulle carote, superiori al 6% verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco dello strato di usura pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = v + 0,5\ v^2$$

dove v è la media degli scostamenti (eccedenze) dei valori ottenuti dalle carote rispetto al valore limite del 6%.
Valori dei vuoti superiori al 12% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.
Per l'eccesso nella quantità di bitume, per la rigidezza Marshall fuori dai limiti prescritti, per percentuali di vuoti residui, sia sulla miscela sfusa che sulle carote, inferiori al valore minimo, la D.L. valuta l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.
Ad insindacabile giudizio del Direttore dei Lavori, nel periodo compreso tra 6 e 12 mesi dall'ultimazione della stesa, potrà essere inoltre misurata l'aderenza (Resistenza di attrito radente) con lo Skid Tester secondo la norma UNI EN 13036-4.
Per valori di BPN (British Pendulum Number), inferiori a 55 verrà applicata una detrazione dell'1% del prezzo di elenco per ogni unità in meno.
Valori del BPN inferiori a 40 comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.
Le penali precedentemente indicate sono cumulabili e non escludono ulteriori detrazioni per difetto dei materiali costituenti, della miscela utilizzata rispetto a quella proposta dall'Impresa e/o della sua posa in opera, sempre che le carenze riscontrate rientrino nei limiti di accettabilità e non pregiudichino la funzionalità dell'opera.

Tabella 9.u - Frequenza Controlli Strato di usura

Campione	Ubicaz. prelievo	Frequenza prove	Requi. Da controllare
Aggregato grosso	Impianto	Settimanale opp. ogni 2500 m^3 di stesa	Riferimento Tabella 1.u
Aggregato fino	Impianto	Settimanale opp. ogni 2500 m^3 di stesa	Riferimento Tabella 2.u
Filler	Impianto	Settimanale opp. ogni 2500 m^3 di stesa	Riferimento Tabella 3.u
Bitume	Cisterna	Settimanale opp. ogni 2500 m^3 di stesa	Riferimento Tabella 4.u
Conglomer. sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera opp. ogni 5.000 m^2 di stesa	Caratter. risultanti da
Carote x spessori	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia di stesa	Spessore previsto in
Carote	Pavimentazione	Ogni 1000 m di fascia di stesa	% bit., attivante
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 100 m di fascia di stesa	BPN $\geq$ 55

8.0. SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI

Per i tratti di strada già pavimentati sui quali dovrà procedersi a ricariche o risagomature, l'Appaltatore dovrà dapprima ripulire accuratamente il piano viabile, provvedendo poi alla scarificazione della massicciata esistente adoperando, all'uopo, apposito mezzo scarificatore opportunamente trainato o guidato.

La scarificazione sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria dalla Direzione dei Lavori entro i limiti indicati nel relativo articolo di Elenco Prezzi, provvedendo poi alla successiva vagliatura e raccolta in cumuli del materiale utilizzabile, su aree di deposito indicate preventivamente dalla Committenza, o in assenza di indicazioni, procurate a cura e spese dell'Appaltatore e presegnalate alla Direzione Lavori.

9.0 FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO CON IDONEE ATTREZZATURE

La fresatura della sovrastruttura per la parte legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonei macchinari ed attrezzature, muniti di frese a tamburo, funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Potranno essere solo eccezionalmente impiegate anche attrezzature tradizionali quali ripper, escavatore, demolitore, ecc., a discrezione della Direzione Lavori ed a suo insindacabile giudizio.

Le attrezzature tutte dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla Direzione Lavori.

Nel corso dei lavori la Direzione Lavori potrà richiedere la sostituzione delle attrezzature anche quando le caratteristiche granulometriche risultino idonee per il loro reimpiego in impianti di riciclaggio.

La superficie del cavo fresato dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possano compromettere l'aderenza delle nuove stese da porre in opera (questa prescrizione non è valida nel caso di demolizione integrale degli strati bituminosi).

L'Appaltatore si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione stabiliti dalla Direzione Lavori.

Qualora questi dovessero risultare inadeguati e comunque diversi in difetto o in eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Appaltatore è tenuto a darne immediatamente comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica.

Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.

Lo spessore della fresatura dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo.

La pulizia del piano di scarifica dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito.

Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

Sia il piano fresato che le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso.

L'Appaltatore dovrà inoltre provvedere a sua cura e spese alla successiva vagliatura e raccolta in cumuli del materiale fresato previo trasporto su aree poste a disposizione dalla Direzione dei Lavori o, in assenza di indicazioni, procurate a cura e spese dell'Appaltatore medesimo e presegnalate alla Direzione Lavori.

- OPERE DI DIFESA -

1.0. TUBAZIONI, CANALETTE, CUNETTE E CUNICOLI

Per agevolare lo smaltimento delle acque piovane ed impedire infiltrazioni dannose all'interno del corpo stradale, è prevista, ove necessario, la sistemazione e la costruzione di collettori di scolo, canalette, cunette e cunicoli.

TUBAZIONI

<u>Tubazioni in c. a. v.</u>

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato e centrifugato a pressione costante, ben stagionato, ed avere le seguenti caratteristiche:

- Rck ≥ 25 MPa;
-spessore uniforme rapportato al diametro della tubazione;
-sezione perfettamente circolare e superfici interne lisce e prive di irregolarità;
-sagomatura delle testate a maschio e femmina per costituire giunto di tenuta che dovrà essere sigillato in opera con malta di cemento.

Dovranno essere posti in opera su platea in conglomerato cementizio, eventualmente rinfiancati; il conglomerato per la platea ed i rinfianchi sarà del tipo di fondazione avente Rck ≥ 25 MPa.

Tra tubazione e platea dovrà essere interposto uno strato di malta dosata a 400 Kg/m^3 di cemento.

Tubazioni in P.V.C. rigido

La tubazione sarà costituita da tubi in policloruro di vinile non plastificato con giunti a bicchiere sigillati a collante o con guarnizioni di tenuta a doppio anello asimmetrico in gomma, del tipo 303 serie pesante, secondo norme UNI
7447/87.

Verrà interrata in un cavo di dimensioni previste in progetto sul cui fondo sarà predisposto del materiale fino di allettamento; qualora previsto in progetto verrà rinfrancato con conglomerato del tipo di fondazione con Rck ≥25
MPa.

Su ogni singolo tubo dovrà essere impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo del produttore, il diametro esterno, l'indicazione del tipo e la pressione di esercizio.

La Direzione Lavori potrà prelevare campioni di tubi ed inviarli ad un laboratorio specializzato per essere sottoposti alle prove prescritte dalle norme di unificazione; qualora i risultati non fossero rispondenti a dette norme l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese, alla sostituzione dei materiali inidonei.

Pozzetti e chiusini ispezionabili carrabili e di sezionamento cavoìdotti

Potranno essere ciechi o accessibili e dovranno essere in conglomerato cementizio armato e vibrato, ben stagionato, ed avere le seguenti caratteristiche:

- Rck ≥ 30 MPa;
- armatura in rete elettrosaldata in fili di acciaio del diametro e maglia adeguati;
- spessore delle pareti dei pozzetti non inferiore a 6,5 cm;
- predisposizione per l'innesto di tubazioni.

I chiusini avranno chiusura battentata e saranno posti su pozzetti e/o canalette, ancorati agli stessi.

Saranno conformi alle norme UNI - EN 124 (Dispositivi di coronamento e di chiusura dei pozzetti stradali. Principi di costruzione, prove e marcature).

Sui pozzetti per i quali sia previsto l'eventuale accesso di persone per lavori di manutenzione o similari, il passo d'uomo non dovrà essere inferiore a 600 mm.
Tutti i coperchi, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile e durevole, indicante: la norma di riferimento; la classe corrispondente; la sigla e/o nome del fabbricante.

La tipologia e le dimensioni saranno indicate negli elaborati di progetto.

CANALETTE

Le canalette saranno in elementi prefabbricati in lamiera di acciaio ondulata e zincata, oppure in conglomerato cementizio o fibrocemento.

L'acciaio della lamiera ondulata dovrà essere della qualità di cui alle norme AASHTO M. 167-70 e AASHTO M. 36-70, con contenuto di rame non inferiore allo 0,20% e non superiore allo 0,40 % spessore minimo di 1,5 mm con tolleranza UNI, carico unitario di rottura non minore di 34 Kg/mm^2 e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo in quantità non inferiore a 305 g/m^2 per faccia.

Nella posa in opera saranno compresi i raccordi, i tiranti, i profilati di raccordo, la bulloneria ed ogni altro onere per l'esecuzione del lavoro.

Canalette ad embrici

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente RCK $\geq$ 25 MPa, in elementi di 50/40 x50x20 cm e spessore 5 cm, secondo i disegni tipo di progetto.

Le canalette dovranno estendersi lungo tutta la scarpata, dalla banchina al fosso di guardia.

Prima della posa in opera l'Appaltatore avrà cura di effettuare lo scavo di impostazione degli elementi di canaletta, dando allo scavo stesso la forma dell'elemento in modo che il piano di impostazione di ciascun elemento risulti debitamente costipato, per evitare il cedimento dei singoli elementi.

L'elemento al piede della canaletta, quando il fosso di guardia non è rivestito e manca l'ancoraggio, dovrà essere bloccato mediante due tondini in acciaio del diametro 24 mm e lunghezza non inferiore a 80 cm, infissi nel terreno per almeno 60 cm, in modo che sporgano almeno 20 cm.

Ancoraggi analoghi dovranno essere infissi ogni tre elementi di canaletta per impedire il loro slittamento a valle.

In sommità la canaletta dovrà essere raccordata alla pavimentazione mediante apposito invito in conglomerato cementizio gettato in opera o prefabbricato.

La sagomatura dell'invito dovrà essere tale che l'acqua non incontri ostacoli al regolare deflusso.

CUNETTE

La formazione di cunetta potrà avvenire con elementi prefabbricati, aventi le caratteristiche prescritte dal progetto, formate con conglomerato cementizio, con armatura idonea alla dimensione degli elementi.

Questa opera comprenderà la regolarizzazione del piano di posa, la fornitura degli elementi prefabbricati, la sigillatura dei giunti con malta cementizia e quanto altro necessario per dare i lavori finiti.

Per tutti i manufatti in elementi prefabbricati di conglomerato cementizio vibrato e/o centrifugato, il controllo della resistenza del conglomerato sarà eseguito a cura e spese dell'Appaltatore, sotto il controllo della Direzione Lavori, prelevando da ogni partita un elemento dal quale ricavare quattro provini cubici da sottoporre a prove di compressione presso un laboratorio indicato dalla stessa Direzione Lavori.

(Ogni partita composta di 200 elementi per tubazioni, pozzetti e cordonature di 500 elementi per canalette, mantellate, cunette e fossi).

Le operazioni di prelievo e di prova saranno effettuate in contraddittorio redigendo apposito verbale controfirmato dalla Direzione Lavori e dall'Appaltatore.
Qualora la resistenza risultante dalle prove sia inferiore al valore richiesto, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

Tassativamente si prescrive che ciascuna partita sottoposta a controllo non potrà essere posta in opera fino a quando non saranno noti i risultati positivi delle prove.

RIVESTIMENTO PER CUNETTE E FOSSI DI GUARDIA

In elementi prefabbricati in c.a.v.

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente Rck $\geq$ 30 MPa, armato con rete di acciaio a maglie saldate del tipo Fe B 38k, in fili del diametro di 6 mm e del peso non inferiore a 3,00 Kg/m^2.

Gli elementi dovranno avere forma trapezoidale od a L, secondo i disegni tipo di progetto; lo spessore dovrà essere non inferiore a 7 cm e le testate dovranno essere sagomate ad incastro a mezza pialla; i giunti dovranno essere stuccati con malta dosata a 500 kg/m^3 di cemento.

Posti in opera su letto di materiale arido perfettamente livellato e costipato avendo cura che in nessun punto restino vuoti che potrebbero compromettere la resistenza della struttura.

In conglomerato cementizio, gettato in opera

Il rivestimento di canali, cunette e fossi di guardia, sarà eseguito con conglomerato cementizio di tipo II con Rck ≥
30 MPa, gettato in opera con lo spessore previsto nei disegni di progetto, previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa; la lavorazione prevede anche l'uso delle casseforme, la rifinitura superficiale e sagomatura degli spigoli, la formazione di giunti.

In muratura di pietrame

Il rivestimento di cunette e fossi di guardia può essere eseguito in muratura di pietrame e malta dosata a 350 kg/m^3 di cemento normale, con lavorazione del paramento a faccia vista e stuccatura dei giunti.

Il rivestimento dello spessore indicato in progetto sarà eseguito previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa e predisposizione sullo scavo della malta di allettamento.

Cordonature

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente Rck ≥ 30 MPa, in elementi di lunghezza 1,00 m, di forma prismatica e della sezione indicata in progetto.

Gli elementi non dovranno presentare imperfezioni, cavillature, rotture o sbrecciature; dovranno avere superfici in vista regolari e ben rifinite.

Verranno posti in opera su platea in conglomerato cementizio del tipo di fondazione avente Rck ≥ 25 MPa, interponendo uno strato di malta dosata a 400 Kg/m^3 di cemento che verrà utilizzata anche per la stuccatura degli elementi di cordonatura.

2.0. PALIFICATA VIVA AD UNA ED A DUE PARETI

Descrizione dell'opera: sono manufatti a gravità formato da una struttura cellulare in pali di legno riempite con terreno ed abbinata alla posa di piante. Il deterioramento (marcescenza) del legname, in alcuni decenni, presuppone che i parametri di stabilità del manufatto vengano riferiti ad un paramento esterno assimilabile ad una pendice ben vegetata e ad un terreno con buone caratteristiche di attrito.
In presenza di adeguata manutenzione (taglio periodico delle piante al fine di impedire l'appesantimento delle ceppaie) si possono raggiungere accettabili stabilità per pendenze del paramento esterno dell'ordine di 60° .
Si realizzano palificate a parete semplice, a parete doppia e spondali.
L'opera è realizzata con composta da correnti e traversi scortecciati di legno idoneo e durabile di larice, castagno o quercia, di diametro minimo 20 - 25 cm, posti alternativamente in senso longitudinale ed in senso trasversale (l
= 1,50 ÷ 2,00 m) a formare un castello in legname e fissati tra loro con chiodi, staffe e caviglie, ancorata al piano di base con piloti in acciaio ad aderenza migliorata (diametro minimo mm 32); la palificata andrà interrata con una pendenza del 10 ÷ 15% verso monte ed il fronte avrà anche una pendenza del 30% ÷ 50% per garantire la miglior crescita delle piante; la fila di piloti potrà ulteriormente consolidare la palificata alla base; l'intera struttura verrà riempita a strati con materiale ghiaio - terroso proveniente dagli scavi e/o riportato, previa miscelazione, tra i
tondami orizzontali verranno collocate talee legnose di salici, tamerici od altre specie adatte alla riproduzione vegetativa nonché piante radicate di specie arbustive pioniere (minimo 100 talee e 5 piantine radicate al m²).
Rami e piante dovranno sporgere per 0,10 ÷ 0,25 m dalla palificata ed arrivare nella parte posteriore sino al terreno naturale. Gli interstizi tra i tondami vengono riempiti con massi sino al livello di magra dell'argine.

- a parete semplice: una sola fila orizzontale esterna di tronchi e gli elementi più corti perpendicolari al pendio sono appuntiti ed inseriti nel pendio stesso;
- a parete doppia: fila di tronchi longitudinali sia all'esterno che all'interno. La palificata potrà essere realizzata per singoli tratti non più alti di 1,5 ÷ 2m;

- di difesa spondale: una fila di massi posti al piede della palificata, a contatto con l'acqua, legati con una fune di acciaio di Ø 16 mm e ulteriormente fissati con piloti in legno o in profilato metallico di lunghezza di 2 m, infissi nel fondo per almeno 3/4 della lunghezza.

Modalità di esecuzione:

- si realizza dapprima il piano di posa, a reggipoggio con inclinazione di circa 10° ÷ 15° verso monte;
- si posa quindi la prima fila di legname parallelamente al pendio (corrente), controllandone il posizionamento in bolla e realizzando gli appoggi e i fissaggi con tondini in ferro tra legni successivi;
- si posa in seguito la seconda fila di fondame in senso ortogonale alla prima (traverso), fissandola alla sottostante tramite tondini in ferro. Nel caso della palificata a parete semplice si mette in opera una sola fila orizzontale esterna di correnti. ed i traversi. sono appuntiti ed infissi nel pendio; nel caso della palificata a parete doppia si posano due file di correnti., all'interno ed all'esterno dello scavo, mentre i traversi. sono privi di punta;
- va sottolineato che per operare un fissaggio corretto con i tondini in ferro bisogna perforare completamente i due tronchi da fissare; la foratura parziale può, infatti, provocare rotture o fessurazioni dei legno stesso;
- gli strati successivi di legname vengono messi in posto ripetendo lo schema su descritto, posizionando però i diversi ordini di correnti in posizione più arretrata rispetto al sottostante, in modo da conferire al fronte un'inclinazione di 20° ÷ 30° per garantire la migliore crescita delle piante;
- i diversi ordini di legname traverso devono essere collocati in posizione sfalsata tra di loro. Il posizionamento sfalsato dei traversi è a favore della stabilità. Una volta messi in opera 2 o 4 ordini di legname si procede al riempimento della struttura con inerti, provenienti dallo scavo e terreno vegetale, opportunamente compattato;
- le talee vengono messe in posto negli interstizi tra i tondami orizzontali, generalmente in posizione coricata; esse devono sporgere di circa 25 cm dal fronte della palificata e raggiungere il terreno naturale nella parte posteriore della struttura. Nel caso in cui quest'opera venga utilizzata come difesa spondale, è opportuno porre una fila di massi al piede della palificata, al contatto con l'acqua ed ulteriormente fissati con piloti in legno o in profilato metallico di lunghezza di 2 m, infissi nel fondo per almeno 3/4, della lunghezza;
- gli interstizi tra i tondami vengono riempiti con sassi e terreno vegetale;
- drenaggio: poiché il piano di posa viene fatto a reggipoggio, in alcuni casi è opportuno evitare che le acque si accumulino lungo di esso, appesantendo il terreno sottostante. In tal caso si consigliano elementi drenanti longitudinali, posti alla quota più bassa sul retro dei piano di posa, collegati con elementi ortogonali con pendenza verso valle. Generalmente non si usano filtri in geotessile;
- qualora fosse strettamente necessario bisogna perforarli infiggendo le talee nel terreno retrostante al fine di consentire lo sviluppo dell'apparato radicale.

3.0. GABBIONI E MATERASSINI METALLICI

A difesa del corpo stradale, oltre ai citati interventi, possono essere impiegate le gabbionate.
Saranno realizzate a qualsiasi altezza rispetto al piano stradale e saranno costituite da gabbioni metallici di qualsiasi tipo e dimensione.
Se necessario potrà essere posto in opera uno strato filtrante geotessile non tessuto per garantire il drenaggio delle acque piovane.

Generalità

Il gabbione a scatola è un elemento a forma di prisma rettangolare con le pareti costituite da un'armatura di rete metallica fortemente zincata con maglie a doppia torsione, riempito di materiale lapideo di adatta pezzatura. Tutti i bordi, sia del telo principale che delle testate, sono rinforzati con fili di ferro zincato di diametro maggiorato rispetto a quello della rete.
Il materasso metallico si differenzia dal gabbione per la forma, sempre parallelepipeda, ma caratterizzata da notevole ampiezza e piccolo spessore, e per la presenza di tasche tali da formare una struttura cellulare diaframmata.

Caratteristiche dei materiali

I gabbioni metallici dovranno essere fabbricati con rete metallica a doppia torsione in filo conforme alle UNI EN 10218.
Il filo costituente la rete metallica dovrà essere sottoposto a zincatura forte (Circolare C.S.LL.PP. n.2078/1962) oppure essere rivestito in lega ZN-AL (5%) (minimo 220 g/m2).
La tipologia del filo sottoposto a zincatura forte in alcune opere speciali avrà anche un rivestimento plastico in PVC o PE.
La rete costituente gli elementi dovrà avere maglie uniformi di dimensioni non superiori a 10*12 cm, dovrà essere esente da strappi e dovrà avere il perimetro rinforzato con filo di diametro maggiore rispetto a quello delle rete stessa, inserito nella trama della rete o ad essa agganciato meccanicamente in modo da impedire lo sfilamento e dare sufficiente garanzia di robustezza.
Le dimensioni trasversali della scatola costituente i gabbioni (altezza e larghezza) dovranno essere pari a 0,50*1,00 m oppure a 1,00*1,00 m. Per lunghezze della scatola superiori a 1,50 m si dovranno adottare gabbioni muniti di diaframmi e più precisamente: 1 diaframma per scatole di lunghezza pari 2 m, 2 diaframmi per scatole di lunghezza pari a 3 m e 3 diaframmi per scatole di lunghezza pari a 4 m.
I materassi metallici, realizzati con le modalità e sulla base delle normative già richiamate per i gabbioni, dovranno avere larghezza pari a 2,0 m, spessore pari a 23 cm o 30 cm e lunghezze di 4, 5 o 6 m; il numero di tasche dovrà essere pari ai metri di lunghezza. Il diametro del filo di ferro, sempre a forte zincatura, sarà pari 2,2 mm e la dimensione delle maglie, sempre a doppia torsione, pari a 6*8 cm.
Il materiale di riempimento dei gabbioni sarà costituito da pietrame di cava spaccato o da ciottolame di fiume preferibilmente di forma appiattita; in ogni caso le facce esterne dovranno essere eseguite con pietrame di cava di forma parallelepipeda e squadrata, così da risultare sistemate come un muro a secco, ben scagliato in modo da non lasciare vuoti. Il nucleo interno potrà eventualmente essere realizzato con ciottoli di fiume. Le dimensioni del pietrame e dei ciottoli non dovranno essere inferiori, in nessuna direzione, a 15 cm.
Per quanto riguarda i materassi metallici le dimensioni del materiale di riempimento non dovranno essere inferiori, in nessuna direzione, a 10 cm.
Il pietrame di riempimento utilizzati per la costruzione dell'opera dovranno corrispondere ai requisiti essenziali di compattezza, omogeneità e durabilità; dovranno inoltre essere esenti da giunti, fratture e piani di sfalsamento e rispettare i seguenti limiti:
- massa volumica: ≥ 24 kN/m3 (2400 kgf/m3)
- resistenza alla compressione: ≥ 80 Mpa (800 kgf/cm2)
- coefficiente di usura: ≤ 1,5 mm
- coefficiente di imbibizione: ≤ 5%
- gelività: il materiale deve risultare non gelivo

Modalità esecutive

L'armatura metallica dei gabbioni o dei materassi dovrà essere aperta e distesa sul suolo, nel luogo di impiego ma, se possibile, fuori opera; verranno raddrizzate le pareti e le testate e verranno quindi effettuate le cuciture dei quattro spigoli verticali, con l'apposito filo, in modo da formare la scatola. Le cuciture saranno eseguite in modo continuo, passando il filo in tutte le maglie con un doppio giro ogni due maglie e prendendo, in tale operazione, i due fili di bordatura che si vengono a trovare a contatto.
Predisposto fuori opera un certo numero di gabbioni o dei materassi, ognuno già cucito nella sua forma di scatola, si porrà in opera un gruppo di elementi pronti, disponendoli secondo la sagoma prevista e, prima di effettuare il riempimento, collegandoli fra loro con solide cuciture lungo gli spigoli a contatto, da eseguirsi nello stesso modo indicato per la formazione delle scatole. Man mano che si aggiungono nuovi gruppi di gabbioni o materassi, si dovrà provvedere a che questi siano strettamente collegati con quelli già in opera: quanto detto vale anche tra i vari strati dei gabbioni in elevazione.
Il materiale di riempimento dovrà essere opportunamente sistemato nell'interno della scatola metallica in modo da ottenere sempre il minimo indice dei vuoti e con le indicazioni riportate nel paragrafo precedente; si dovrà in ogni caso porre la massima attenzione, durante la posa, per evitare lo sfiancamento delle pareti dell'elemento.
Durante il riempimento dei gabbioni si dovrà disporre nell'interno della scatola un certo numero di tiranti aventi la funzione di rendere solidali tra loro le pareti opposte dell'armatura metallica ed evitare, in caso di deformazione dell'opera o durante la fase di riempimento, un eccessivo sfiancamento delle scatole. I tiranti, orizzontali, saranno costituiti da pezzi di filo di ferro zincato, dello stesso tipo di quello usato per le cuciture, e verranno agganciati all'armatura metallica con una legatura abbracciante una maglia; i tiranti saranno messi in opera in senso trasversale alla scatola per agganciare le pareti opposte, o ad angolo fra due pareti adiacenti. Mediamente si dovranno mettere in opera da 4 a 6 tiranti per ogni m3 di gabbionata se gli elementi sono alti 1

m, da 2 a 4 tiranti per ogni m3 di gabbionata se gli elementi sono alti 0,5 m.
Ultimate le operazioni di riempimento, si procederà alla chiusura del gabbione o del materasso, abbassando il coperchio ed effettuando le dovute cuciture lungo i suoi bordi.
A causa di particolari condizioni locali, potrà risultare necessario, per l'esecuzione del lavoro, provvedere alla messa in opera dei gabbioni o dei materassi già predisposti, riempiti e cuciti. In questi casi, l'Impresa dovrà sottoporre all'accettazione dall'Ufficio di Direzione Lavori le modalità esecutive di posa che intenderà adottare, con l'indicazione dei macchinari e del numero di agganci che prevede di utilizzare.
Man mano che si poseranno i gabbioni o i materassi, si dovrà procedere al collegamento con gli elementi già in opera.

Prove di accettazione e controllo

I gabbioni ed i materassi metallici dovranno rispondere alle prescrizioni della Circolare del Consiglio Superiore dei
LL.PP. N.2078 del 27 agosto 1962.
Prima della messa in opera degli elementi e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Impresa dovrà presentare all'Ufficio di Direzione Lavori il certificato di collaudo a garanzia della Ditta che ha fabbricato i gabbioni o i materassi, redatto a norma della circolare sopra citata, e corredato dalla certificazione di sistema qualità in conformità alle normative in vigore, ISO-EN 9002.
L'Ufficio di Direzione Lavori dovrà eseguire gli ulteriori accertamenti descritti nel seguito, le cui spese restano sempre a carico dell'Impresa.
Procederà dapprima alla ricognizione dei gabbioni o dei materassi per controllare che nei punti di torsione lo zinco non presenti sollevamenti o screpolature che ne consentano il distacco con il grattamento: se l'inconveniente si ripeterà per il 10% dei casi esaminati la partita sarà da scartare.
L'Ufficio di Direzione Lavori accerterà altresì il peso complessivo dei gabbioni o dei materassi, mediante pesatura a discrezione di campioni significativi, verificando la corrispondenza con le dichiarazioni del fornitore; se il peso risulterà inferiore, la partita sarà scartata.
Le prove relative alla determinazione delle caratteristiche fisiche del pietrame (determinazione del peso specifico, del coefficiente di imbibizione e della gelività) saranno effettuate, a carico dell' mpresa, seguendo quanto riportato al Capo II delle "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione" di cui al R.D. 16 novembre 1939, n.2232; per le prove di resistenza meccanica (resistenza alla compressione e all'usura per attrito radente), si farà riferimento al Capo III della stessa normativa.
L'Impresa dovrà consegnare all'Ufficio di Direzione Lavori i certificati di un laboratorio ufficiale relativi alle prove sopra indicate, che dovranno dimostrare il rispetto dei limiti imposti.

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.
Resta comunque confermata la facoltà dell'Ufficio di Direzione Lavori di integrare la campagna di prove sopraindicate a propria discrezione in relazione alla tipologia, estesa e importanza dell'opera.

- SEGNALETICA E BARRIERE DI SICUREZZA -

1.0. SEGNALETICA ORIZZONTALE

Preventivamente all'inizio dei lavori, l'Appaltatore appaltatrice dovrà fornire alla Direzione Lavori, alla consegna dell'Appalto, i seguenti documenti e materiali:

- Dichiarazioni relative al tipo di vernice che intendono utilizzare, allegando la certificazione della Ditta produttrice in ordine alla composizione della vernice stessa. Nella dichiarazione della Ditta produttrice, dovrà essere precisato il marchio e la dicitura impressa sui contenitori della vernice. La Direzione Lavori rifiuterà la vernice proposta la cui composizione non corrispondesse a quella prescritta nel presente Capitolato. In tal caso l'Appaltatore dovrà riproporre un altro prodotto.

- N. 3 latte di vernice prelevata dal Direttore dei Lavori in giornate diverse, nel corso dell'esecuzione dei lavori , il cui contenuto verrà sottoposto a prove di laboratorio al fine di determinare la composizione della miscela, nel rispetto dei parametri stabiliti all'Art. 14 del presente capitolato Speciale d'Appalto.

- Inoltre saranno a carico dell'Appaltatore le spese per l'effettuazione, presso Laboratori indicati dalla

Provincia, di tutte le analisi sui campioni di vernice utilizzata che verranno ordinate dalla Direzione Lavori.

A) CARATTERISTICHE GENERALI DELLE VERNICI:

Le vernici dovranno essere composte essenzialmente da resine alchidiche modificate con clorocauciù disciolte in solventi aventi caratteristiche conformi alla Legge 05.03.1973. Dovranno possedere peso specifico e viscosità adeguati all'uso del materiale, percentuali del veicolo totale, secco del veicolo e secco totale in armonia con il grado di macinazione dei componenti onde avere un tempo di essicamento della vernice accettabile se soggetta alla pressione con apposita matita, oltrechè resistere adeguatamente agli agenti atmosferici, all'invecchiamento, all'usura, all'acqua, alla luce, alle soluzioni saline, alle variazioni di temperature ed agli agenti chimici.

Inoltre la vernice dovrà richiedere per la stesura con macchina marcatrice un'aggiunta di diluente non superiore al limite massimo del 10% in peso, non presentare sedimentazioni a prodotto diluito, possedere percentuali adeguate di titanio rutilo nonché un'elevata percentuale di silicati speciali, come di seguito indicato.

La vernice rifrangente deve essere del tipo premiscelato e cioè contenere sfere di vetro mescolate durante il processo di fabbricazione, così che dopo l'essicamento e successiva esposizione delle sfere di vetro dovuta all'usura dello strato superficiale di vernice stesa sulla pavimentazione stradale, le strisce orizzontali dello spartitraffico e delle linee marginali svolgano effettivamente efficiente funzione di guida nelle ore notturne agli autoveicoli, sotto l'azione delle luci dei fari.

La vernice deve essere già pronta all'uso e tale da consentire l'aggiunta di diluente in % tra il 4% e il 7%, di consistenza adatta per lo spruzzo con le normali macchine traccialinee in uso presso la Provincia, ed idonea come guida rifrangente di traffico su pavimentazioni stradali in conglomerato bituminoso.
In fase di applicazione della pittura, in aggiunta alle microsfere già contenute nella miscela impiegata e di cui alle caratteristiche tecniche indicate nel presente articolo, saranno contemporaneamente postspruzzate ulteriori perline di granulometria media.
Durante l'applicazione delle perline postspruzzate si dovrà limitare l'azione di quegli elementi perturbatori che influiscono sul grado d'affondamento delle microsfere, quali il vento, l'elevata umidità, l'alta temperatura e il periodo intercorrente tra l'applicazione della pittura e la postspruzzatura delle perline.
Sarà d'obbligo quindi proteggere dal vento il sistema d'applicazione delle perline in fase di postspruzzatura e ridurre al minimo il periodo intercorrente tra l'applicazione della pittura e l'applicazione delle perline. Inoltre, in fase d'applicazione, bisognerà evitare i sovradosaggi che tendono a ingrigire la striscia segnaletica.

Le cariche contenute nel prodotto verniciante dovranno essere adeguate e dovranno contribuire a migliorare le caratteristiche di resistenza meccanica dello strato di pittura applicata, e in particolare a rendere meno scivolosa, con valori di SRT che non si discostino macroscopicamente da quelli rilevati nella pavimentazione limitrofa, la segnaletica orizzontale realizzata.

B) CONDIZIONI, STABILITA' E RESA MEDIA:

La Ditta futura appaltatrice dovrà, in sede di presentazione dell'offerta, indicare i solventi e gli essiccanti contenuti nella vernice che intende fornire. La vernice dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza liscia ed uniforme. Inoltre dovrà consentire la miscelazione nel recipiente contenitore senza difficoltà mediante l'uso di una spatola e mantenere le caratteristiche dichiarate in ogni momento, e per almeno un periodo di mesi 7 (sette) a far luogo dalla data di consegna. La vernice non dovrà assorbire grassi, oli ed altre sostanze tali da causare la formazione di macchie di nessun tipo e la sua composizione chimica dovrà essere tale che, anche se applicata su pavimentazioni bituminose durante i mesi estivi, non dovrà presentare traccia di inquinamento da sostanze bituminose. Il potere coprente della vernice bianca sarà tale che con Kg.1,00 di vernice si potranno ricoprire mq. 1,10/1,30 (min. 769 gr/mq. - max 909 gr/mq.) in funzione delle diverse rugosità della pavimentazione bituminosa.
Il peso specifico della vernice bianca non dovrà essere inferiore a 1,60 kg/lt a 25°C (ASTM-1478) e comunque non superiore a kg/lt 1,80.

Il veicolo dovrà essere costituito da resina alchidica con lunghezza d'olio inferiore al 40%. Il veicolo non dovrà contenere né colofonia o suoi derivati, né resine idrocarburiche. Il contenuto di clorocaucciù non dovrà essere inferiore al 3% calcolato sulla pittura.
Il residuo non volatile della vernice potrà variare fra i valori 76% - 85%.

C) COMPOSIZIONE DELLA VERNICE BIANCA

- pigmento nobile (miscela di biossido di titanio rutilo e anatase) 16% - 17%
- componenti inorganici 18% - 26%
- componenti oganici non volatili (VEICOLO) 16% - 22%
- solventi 15% - 24%
- microsfere di vetro 32% - 35%

totale 97% - 124%

C.1) Biossido di Titanio:

Il biossido di titanio dovrà essere del tipo rutilo corrispondente alla Norma A.S.T.M. D476 Type II.
Sarà accettato nella vernice un quantitativo di biossido di titanio anatase A.S.T.M. D476 Type I uguale o inferiore al 30% del contenuto totale di biossido di titanio.

C.2) Caratteristiche delle sfere di vetro:

Le sfere di vetro dovranno essere trasparenti prive di lattiginosità e di bolle d'aria (se non nella misura massima del 5%) e, almeno per il 90% del peso totale, dovranno avere ad un controllo visuale forma sferica, con esclusione di elementi ovali, e non dovranno essere saldate insieme.

Le perline di vetro contenute nella vernice, del tipo speciale idrorepellente, non dovranno diventare lattescenti all'usura ed all'umidità, e dovranno conservare per 12 mesi dalla stesa la piena luminosità.

L'indice di rifrazione non dovrà essere inferiore a 1,50 usando per la determinazione il metodo dell'immersione con luce al tungsteno.

Le sfere non dovranno subire alcuna alterazione all'azione di soluzioni acide tamponate a ph 5 - 5.3 o di soluzioni normali di cloruro di calcio o di sodio.

La percentuale in peso delle sfere contenute in ogni chilogrammo di vernice premiscelata dovrà essere compresa fra il 32% ed il 35%.

Le sfere di vetro (premiscelate) dovranno soddisfare complessivamente alle seguenti caratteristiche di granulometria (Norme A.S.T.M. D 12.14):

Setaccio % in peso
- perline passanti per il setaccio n.70 100 in peso
- perline passanti per il setaccio n.80 80-100 " "
- perline passanti per il setaccio n.140 15-40 " "
- perline passanti per il setaccio n.230 0-10 " "

D) TEMPO DI ESSICAMENTO:

La vernice da applicare a mezzo delle normali macchine spruzzatrici sulla pavimentazione bituminosa, in condizioni naturali, nella quantità media di circa Kg. 0,100 per ml. di striscia larga cm. 12 ed alla temperatura dell'aria compresa tra 15°C e 40°C e umidità relativa non superiore al 70%, dovrà asciugarsi sufficientemente in circa 20 minuti primi dall'applicazione; trascorso tale periodo di tempo la vernice non dovrà staccarsi, deformarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito. Il tempo di essicamento sarà anche controllato in laboratorio secondo le norme A.S.T.M. - D/711 - 55.

E) IDONEITA' D'APPLICAZIONE:

La vernice dovrà essere adatta per essere applicata sulla pavimentazione stradale con le normali macchine spruzzatrici in dotazione alla Provincia di Alessandria e dovrà produrre una linea consistente piena e della larghezza voluta.

F) SOLVENTI CONTENUTI NELLA VERNICE:

I solventi e gli essicanti dovranno essere derivati da prodotti rettificati della distillazione del petrolio, e rispondenti ai seguenti requisiti:
BENZOLO : ESENTE
inoltre non devono ingiallire il manto bitumato e lasciarlo, dopo il loro uso, di colore grigio chiaro.

G) DILUIZIONE:

Le vernici dovranno essere diluite in misura tra il 4% e il 7% con idoneo diluente a norma di Legge contenente esclusivamente solvente di classe 3,4,5 (secondo il D.P.R. 203/88).

H) VISCOSITA':

La vernice nello stato in cui viene consegnata, dovrà avere una consistenza tale da poter essere agevolmente spruzzata con le normali macchine traccialinee; tale consistenza, misurata allo Stormer Viscosimeter a 25°C ed espressa in unità Krebs, dovrà avere valore compreso fra 80 e 90 KU.
La vernice che cambia consistenza entro sei mesi dopo la consegna sarà considerata non rispondente a questo requisito.

I) COLORE:

La vernice dovrà essere conforme al bianco richiesto. La determinazione del colore sarà fatta in laboratorio dopo l'essicamento della stessa per 24 ore. La vernice non dovrà contenere alcun elemento colorante organico e non dovrà scolorire al sole. Inoltre la vernice bianca dovrà possedere un fattore di riflessione pari almeno al 75%, relativo all'ossido di magnesio, accertati mediante opportuna attrezzatura.
Il colore dovrà conservarsi nel tempo dopo l'applicazione. L'accertamento di tale conservazione potrà essere effettuato con opportuno metodo di laboratorio e con spese tutte a carico della Ditta appaltatrice della vernice.

L) IL SECCO TOTALE:

Il residuo non volatile dovrà essere compreso fra il 76% e l'85% in peso per la vernice bianca. M)

RESISTENZA AI LUBRIFICANTI E CARBURANTI:

La pittura dovrà resistere all'azione dei lubrificanti e carburanti di ogni tipo e risultare insolubile ed inattaccabile alla loro azione. N) PROVE IN SITO:

a) - Resistenza all'attrito radente (Resistenza al derapaggio)

La resistenza all'attrito radente della segnaletica orizzontale sarà rilevata in sito con l'apparecchio portatile a pendolo (British portable skid resistance tester). I valori misurati saranno espressi in unità "SRT" (Skid Resistance Tester Number).
La segnaletica orizzontale dovrà possedere caratteristiche di antisdrucciolevolezza simili a quelle rilevate nella pavimentazione stradale su cui essa è applicata. La resistenza all'attrito della segnaletica orizzontale non dovrà essere inferiore al 75 % dei valori misurati in corrispondenza della pavimentazione limitrofa, e in ogni caso il valore SRT rilevato non dovrà essere inferiore a 55. Il metodo di prova per

determinare la resistenza all'attrito radente della segnaletica orizzontale, è quello descritto dal C.N.R. B.U. (Norme tecniche) - A. XIX, pt. IV, - N. 105 del 15.03.85.
Sulla pavimentazione stradale limitrofa ai punti di rilievo della scivolosità sulla segnaletica orizzontale, sarà determinata anche la macrorugosità della tessitura del piano d'usura con il metodo dell'altezza di sabbia (BU CNR -Anno XVII – pt. IV, n. 94 – 15/10/83).

b) - Visibilità diurna
In ottemperanza della normativa UNI EN 1436, per quanto concerne la visibilità diurna della segnaletica orizzontale si dovrà valutare la riflessione della luce del giorno sulla segnaletica orizzontale asciutta rilevando il coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa Qd.
Il valore di Qd richiesto è ≥ 100 mcd/(m2 . lx) e dovrà essere mantenuto per 12 mesi dalla posa in opera della vernice. Tale coefficiente verrà misurato in situ con apparecchiature portatili e certificate, adisposizione della Provincia, che rispettino i criteri della normativa UNI EN 1436/Maggio 1998, cioè con un angolo di illuminazione di 1.24° e con un angolo di osservazione di 2.29°, corrispondenti ad una distanza simulata di 30,00 metri.

c) – Visibilità notturna
In ottemperanza alla normativa UNI EN 1436, in condizioni di superficie stradale asciutta, dovrà essere rilevato sulla segnaletica orizzontale il coefficiente di luminanza retroriflessa RL che rappresenta la luminosità di un segnale orizzontale come è percepita dai conducenti degli autoveicoli in condizioni di illuminazione con i proiettori dei propri veicoli.
Il valore minimo del coefficiente di luminanza retroriflessa RL dovrà essere, fino alla distanza temporale di 12 mesi dalla posa in opera della vernice, ≥ 150 mcd/(m2 . lx).
In condizioni di superficie stradale bagnata o di pioggia il valore minimo del coefficiente di luminanza retroriflessa RL dovrà essere, fino alla distanza temporale di 12 mesi dalla posa in opera della vernice, ≥ 50

mcd/(m2 . lx).
Tale coefficiente verrà misurato in situ con apparecchiature portatili e certificate, a disposizione della Provincia di Alessandria, che rispettino i criteri della normativa UNI EN 1436, cioè con un angolo di illuminazione di 1.24° e con un angolo di osservazione di 2.29°, corrispondenti ad una distanza simulata di 30,00 metri.

O PENALITA' PER SCADENTE FORNITURA E POSA IN OPERA - CONTROLLO PRESTAZIONALE

La nuova segnaletica ordinata ed eseguita dovrà apparire, per la durata di almeno anni 1 (uno), ben visibile di giorno e rifrangente di notte, ben coperta e ben delimitata.
Se durante questo tempo la segnaletica applicata dovesse presentare inconvenienti che ne alterino l'efficienza (staccamento, scollamento, spandimento, alterazione sostanziale del colore, ecc.), e ciò a insindacabile giudizio della Direzione Lavori, l'appaltatore dovrà asportare la parte alterata e provvedere ad una successiva applicazione, o a effettuare il ripasso senza diritto ad alcun compenso anche in prossimità della scadenza della vita utile della segnaletica (1 anno).
La ditta non potrà accampare scusanti di sorta né vantare alcun diritto nel caso venga meno per qualsiasi motivo l'efficienza della segnaletica applicata.
Per condizioni di usura particolari, a insindacabile giudizio della Direzione Lavori, potranno essere accolte deroghe alla durata della vita utile della segnaletica come sopra indicato.
I controlli degli standards prestazionali previsti possono essere effettuati al fine di verificare il mantenimento dei valori richiesti per tutta la vita utile (1 anno).
Tali verifiche saranno effettuate tutte le volte che la Direzione Lavori lo riterrà opportuno.
Devono avvenire in contraddittorio con l'Appaltatore; qualora questo non si presenti, l'avvenuto prelievo o verifica sarà comunicata dal Direttore dei Lavori all'Appaltatore stesso successivamente con espressa scrittura che indichi i termini di riferimento del luogo in cui è stato effettuato il prelievo o la prova.
Nel caso che, a seguito di prove di laboratorio, la segnaletica non rispondesse ai requisiti minimi prestazionali stabiliti dal presente Capitolato Speciale, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori potrà essere ordinato il totale rifacimento della segnaletica a titolo oneroso per l'Appaltatore, cioè senza che lo stesso possa pretendere indennizzi di sorta.
La Direzione Lavori potrà oltremodo applicare una penale per la parte di segnaletica non rispondente pienamente alle norme del presente Capitolato Speciale con detrazione direttamente sugli stati di avanzamento maturati.
La penale verrà applicata nel seguente modo:
Fattore di luminanza retroriflessa: applicazione della detrazione del 1% ogni 5% o frazioni arrotondate in eccesso o difetto in meno del valore richiesto.
Resistenza all'attrito radente: applicazione della detrazione del 1% ogni 3% o frazioni arrotondate in eccesso o difetto in meno del valore richiesto.

Non corretta composizione delle vernici: applicazione della detrazione sino al 15% sul prezzo contrattuale, qualora vengano riscontrate carenze comprese tra l'1% e il 10% (in termini realtivi) in non oltre 2 dei parametri di cui sopra.
Nel caso in cui, durante il tempo trascorso fra il giorno dell'ultimazione dei lavori e la presa di conoscenza di eventuali analisi, fosse stato impiegato del materiale che risultasse non accettabile, detto materiale non sarà pagato e dovrà comunque essere sostituito con altro avente le caratteristiche prescritte.

2.0. BARRIERE DI SICUREZZA

GENERALITÀ

Le barriere di sicurezza stradali verranno installate lungo tratti saltuari dei cigli della piattaforma stradale, nonché lungo lo spartitraffico centrale delle strade a doppia sede a protezione di specifiche zone, secondo le caratteristiche e le modalità tecniche costruttive previste dal progetto e previo le disposizioni che impartirà la Direzione Lavori (dopo l'approvazione del progetto esecutivo).

Le zone, ai margini della carreggiata stradale, da proteggere mediante la installazione di barriere, sono quelli previsti dall'art. 3 delle istruzioni tecniche allegate al D.M. 21-06-2004.

Le barriere, rette o curve, verranno misurate sulla effettiva lunghezza, in questa compresi i terminali.
I tratti di barriere costituenti l'avvio ai parapetti saranno misurati dal sostegno del parapetto da cui esse si dipartono e pagati con l'apposito prezzo di Elenco.

Al fine di elevare il livello di servizio delle Strade Provinciali ed ex Statali e la qualità delle pertinenze stradali, di garantire le migliori condizioni di sicurezza per gli utenti della strada e per i terzi, di assicurare le protezione delle zone limitrofe della carreggiata stradale e di impedirne la fuoriuscita dei veicoli, le barriere stradali di sicurezza dovranno essere progettate e realizzate a norma delle seguenti disposizioni ed istruzioni ed ai relativi aggiornamenti:

UNI 7070 Prodotti finiti in acciaio non legato di base e qualità laminati a caldo, profilati, laminati mercantili, larghi piatti, lamiere e nastri per strutture metalliche e costruzioni meccaniche. Qualità, prescrizioni e prove.
CNR-UNI 10025 Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.
UNI 3740/1 Bulloneria di acciaio – Prestazioni tecniche – Generalità.
UNI 3740/3 Bulloneria di acciaio – Prestazioni tecniche – Classi di resistenza e metodo di prove per viti.
UNI 3740/4 Bulloneria di acciaio – Prestazioni tecniche – Classi di resistenza metodi per dadi.
UNI 3740/6 Bulloneria di acciaio – Prestazioni tecniche – Rivestimenti protettivi – Collaudo.
NF A91-121 Rivestimenti metallici protettivi applicati a caldo. Rivestimenti di zinco ottenuti per immersione su oggetti diversi fabbricati in materiale ferroso.
UNI EU 48 Nastri di acciaio laminati a caldo. Tolleranze dimensionali e di forma.
UNI EN 1005 Lamiere e nastri laminati a caldo in continuo, non rivestiti, di acciai non legati e legati. Tolleranze dimensionali e di forma.
Circolare 11/07/1987 n° 2337 del Ministero LL. PP.: "Legge 21/04/1962 n° 181, art. 1 lett. f). Provvedimenti per la sicurezza stradale. Barriere stradali. Specifiche per l'impiego delle barriere di acciaio".
D.M. 04/05/1990 (G.U. 29/01/1991 n° 24) del Ministero LL. PP.: "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali", paragrafo 3.11: "Azioni sui parapetti. Urto di veicolo in svio:q/8".
Circolare 16/07/1996 n° 2357 del Ministero LL. PP.: "Fornitura e posa in opera dei beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale".
D.M. 18/02/1992 n° 223 del Ministero LL. PP.: "Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza".
D.M. 15/10/1996 del Ministero LL. PP.: "Aggiornamento del D.M. 18/02/1992 n° 223, recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza".
D.M. 03/06/1998 del Ministero LL. PP.: "Ulteriore aggiornamento delle istruzioni per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e delle prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione".
D.M. 11/06/1999 del Ministero LL. PP.: "Integrazioni e modifiche al D.M. 03/06/1998 - aggiornamento delle istruzioni per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza".
Circolare Ministero LL. PP. 06/04/2000 "Art. 9 del D. M. 18/02/1992 n° 223 e s.m.i.: aggiornamento recante l'elenco degli Istituti autorizzati alle prove di impatto ai fini dell'omologazione".
D.M. 21/06/2004 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.: "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale".
Direttiva 25/08/2004 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti: Criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali.

Il livello di contenimento "Lc" e l'indice di severità dell'accelerazione "ASI" previsti per verificare l'efficienza e la funzionalità delle barriere stradali di sicurezza (D.M. 21-06-2004), dovrà essere comprovato, in attesa delle omologazione ufficiali pronunciate dal succitato Decreto, con "certificazioni di prove d'impatto al vero" (crasch-test) eseguite presso i Laboratori Ufficiali autorizzati dal Ministero dei LL.PP. (circolare LL.PP. n. 4622 del 15-10-1996 e Circolare Ministero LL.PP. del 06-04-2000).

Dette prove saranno eseguite con le modalità tecniche esecutive richiamate nel D.M. 21-06-2004 e successive modifiche ed integrazioni.
Nel caso di "barriere stradali di sicurezza" da istallare su ponti (viadotti, sottovia o cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, strade sopraelevate, ecc.) si dovranno adottare oltre le disposizioni tecniche sopra elencate anche le norme previste dal D.M. del Ministero dei LL.PP. 4 Maggio 1990, punto 3.11 "Azioni sui parapetti. Urto di veicoli in svio" e dovranno appartenere alla classe "H4a,b" (ex B3).

I parapetti su opere d'arte stradali (ponti, viadotti, sottovia o cavalcavia, ecc., muri di sostegno) verranno installati in corrispondenza dei cigli dei manufatti .

Le barriere ed i parapetti devono avere caratteristiche tali da resistere ad urti di veicoli e da presentare una deformabilità pressoché costante in qualsiasi punto.

Inoltre devono assicurare il "contenimento" dei veicoli collidenti sulla barriera (e tendenti alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale) nelle migliori condizioni di sicurezza possibile.

Per gli altri tipi di barriere di sicurezza, che dovranno essere realizzate secondo le istruzioni tecniche previste dal D.M. del 21-06-2004 e successive modifiche ed integrazioni, ed a norma delle disposizioni ed istruzioni sopra elencate, il progetto esecutivo indicherà e prescriverà peraltro: le caratteristiche specifiche costruttive, la loro tipologia strutturale ed i materiali da impiegare nel rispetto delle norme di Legge vigenti.

Il materiale dovrà essere prodotto da Azienda Certificata ai sensi delle Norme ISO 9000 da organismi accreditati ai sensi delle Norme UNI EN 45000.

La Ditta aggiudicataria è obbligata a presentare i Certificati di Omologazione relativi alle barriere, rilasciati dall'Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale del Ministero dei Lavori Pubblici, in originale o copia autenticata.

Oltre a tali Certificati dovrà essere prodotta copia dell'avvenuta prova di Crash Test sulle barriere che si andranno a fornire e posare in opera.

Al termine dell'intervento la Ditta Appaltatrice dovrà altresì produrre apposita dichiarazione corretta fornitura ed installazione delle barriere metalliche di sicurezza stradali redatta secondo le Normative vigenti.

Ai sensi dell'Art. 18 del DPR 34/2000 come modificato dal DPR 93/2004 e dalla legge 162/2004, l'impresa che provvede alla posa in opera delle barriere deve essere titolare della certificazione di sistema di qualità conforme alle norme europee della serie UNI EN ISO 9001/2000 relativamente alla produzione, al montaggio e alla installazione dei beni oggetto per importi pari o superiori a Euro 1.032.913 / Cat. III. Per importi compresi tra €50.000 e € 1.032.913, l'impresa esecutrice dovrà produrre una dichiarazione del produttore, attestante il corretto montaggio e installazione delle stesse barriere.

CARATTERISTICHE DELLE BARRIERE DI SICUREZZA IN ACCIAIO

La barriera sarà costituita da una serie di sostegni in profilato metallico e da una fascia orizzontale metallica, con l'interposizione di opportuni elementi distanziatori.

Le fasce dovranno essere fissate ai sostegni in modo che il loro bordo superiore si trovi ad una altezza non inferiore a cm 70 dalla pavimentazione finita e che il loro filo esterno abbia aggetto non inferiore a cm 15 dalla faccia del sostegno lato strada.

Le fasce saranno costituite da nastri metallici aventi: spessore minimo di mm. 3, profilo a doppia onda, altezza effettiva non inferiore a mm. 300, sviluppo non inferiore a mm. 475, modulo di resistenza non inferiore a cm3 25.

Le fasce dovranno essere collocate in opera con una sovrapposizione non inferiore a cm. 32.
I sostegni della barriera saranno costituiti da profilati metallici, con profilo a C di dimensioni non inferiori a mm 80x120x80, aventi spessore non inferiore a mm 6, lunghezza non inferiore a m 1,65 per le barriere centrali e m 1,95 per quelle laterali.

I sostegni stessi dovranno essere infissi in terreni di normale portanza per una profondità non minore di m 0,95 per le barriere centrali e m 1,20 per le barriere laterali e posti ad intervallo non superiore a m 3,60.

La Direzione dei Lavori potrà ordinare una maggiore profondità od altri accorgimenti esecutivi per assicurare un adeguato ancoraggio del sostegno in terreni di scarsa consistenza, come pure potrà variare l'interasse dei sostegni.

In casi speciali, quali zone rocciose od altro, previa approvazione della Direzione dei Lavori, i sostegni potranno essere ancorati al terreno a mezzo di basamento in calcestruzzo avente almeno un Rck= 35 N/mm2 e delle dimensioni fissate dal progetto.

Le giunzioni, che dovranno avere il loro asse in corrispondenza dei sostegni, devono essere ottenute con sovrapposizione di due nastri per non meno di cm 32, effettuata in modo che, nel senso di marcia dei veicoli, la fascia che precede sia sovrapposta a quella che segue.

Il collegamento delle fasce tra loro ed i loro sostegni, con l'interposizione dei distanziatori metallici, deve assicurare, per quanto possibile, il funzionamento della barriera a trave continua ed i sistemi di attacco (bulloni e piastrine copriasola) debbono impedire che, per effetto dell'allargamento dei fori, possa verificarsi lo sfilamento delle fasce.

I distanziatori avranno: altezza di cm 30; profondità non inferiore a cm 15; spessore minimo di m 2,5, salvo l'adozione, in casi speciali, di distanziatori del "tipo europeo".

I sistemi di attacco saranno costituiti da: bulloneria a testa tonda ad alta resistenza e piastrina copriasola antisfilamento di dimensioni mm 45xl00 e di spessore mm 4.

Tutti gli elementi metallici costituenti la barriera devono essere in acciaio di qualità non inferiore a Fe 360, zincato a caldo con una quantità di zinco non inferiore a 300 g/m2 per ciascuna faccia e nel rispetto della normativa UNI 5744/66.
I sistemi di collegamento delle fasce ai sostegni debbono consentire la ripresa dell'allineamento sia durante la posa in opera, sia in caso di cedimenti del terreno, consentendo un movimento verticale di più o meno cm 2 ed orizzontale di più o meno cm 1.

Le fasce ed i sistemi di collegamento ai sostegni dovranno consentire la installazione delle barriere lungo curve di raggio non inferiore a m 50 senza ricorrere a pezzi o sagomature speciali.

Ogni tratto sarà completato con pezzi terminali curvi, opportunamente sagomati, in materiale del tutto analogo a quello usato per le fasce.

Le barriere da collocare nelle aiuole spartitraffico saranno costituite da una doppia fila di barriere del tipo avanti descritto, aventi i sostegni ricadenti in coincidenza delle stesse sezioni trasversali.

Restano ferme per tali barriere tutte le caratteristiche fissate per le barriere laterali, con l'avvertenza di adottare particolare cura per i pezzi terminali di chiusura e di collegamento delle due fasce, che dovranno essere sagomate secondo forma circolare che sarà approvata dalla Direzione dei Lavori.

In proposito si fa presente che potrà essere richiesta dalla Direzione Lavori anche una diversa sistemazione (interramento delle testate) fermi restando i prezzi di Elenco.

Le sopraccitate caratteristiche e modalità di posa in opera minime sono riferite a quelle destinazioni che non prevedono il contenimento categorico dei veicoli in carreggiata (rilevati e trincee senza ostacoli fissi laterali).

Per barriere da ponte o viadotto, per spartitraffici centrali e/o in presenza di ostacoli fissi laterali, curve pericolose, scarpate ripide, acque o altre sedi stradali o ferroviarie adiacenti, si dovranno adottare anche diverse e più adeguate soluzioni strutturali, come l'infittimento dei pali e l'utilizzo di pali di maggior resistenza.

Ad interasse non superiore a quello corrispondente a tre fasce dovrà essere eseguita la installazione di dispositivi rifrangenti, i quali avranno area non inferiore a centimetri quadrati 50, in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

CERTIFICATO DI QUALITA'

Per essere autorizzato alla fornitura ed alla posa dei vari tipi di materiali prescritti dal presente Capitolato Speciale, l'aggiudicatario dovrà esibire entro 10 (dieci) giorni dalla comunicazione dell'aggiudicazione e comunque prima dell'inizio dei lavori, pena la decadenza dell'aggiudicazione stessa, la certificazione di qualità aziendale rilasciata da Enti certificatori per la meccanica, accreditati ai sensi delle norme EN 45000. Tale certificazione dovrà espressamente indicare che il produttore delle barriere oggetto dell'appalto operi con sistema di qualità aziendale rispondente alle Norme internazionali UNI EN ISO 9001/9002 così come previsto dalla Circolare del Ministero dei LL.PP. N° 2357 del 16/05/1996 pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale N° 125 del 30/05/1996.

Deve inoltre produrre una dichiarazione giurata resa dal proprio legale rappresentante con la quale

l'Appaltatore si impegni all'utilizzo esclusivo dei prodotti di cui sopra.

Resta inteso che qualora l'aggiudicatario non provveda alla produzione della documentazione di cui sopra nel termine stabilito, la Committenza si riserva il diritto di aggiudicare ad altro offerente come pure di annullare l'intera procedura di gara.

REQUISITI DEI PRODOTTI

1. MARCATURA DI BARRIERE
I nastri e i pali devono riportare chiaramente impressi il marchio del produttore, la classe dell'acciaio e la data di fabbricazione. Per i bulloni: il marchio del produttore e la classe di resistenza.

2. ACCIAIO IMPIEGATO
90*Aa 93 o, in alternativa, EN 10025-90; UNI 7070/82; DN 17100-80; NF A 35501-83; BS 4360-86.
Sono ammessi acciai con stesse caratteristiche e qualità pur con riferimento a norme diverse ma corrispondenti.
3. ATTITUDINE E COMPOSIZIONE CHIMICA
La composizione chimica del prodotto deve rispecchiare i valori analitici della Norma di riferimento. Il prodotto dovrà avere attitudine alla zincatura secondo quanto previsto dalla Norma UNI 5744/66.

4. TOLLERANZE DI SPESSORE
E' ammessa la tolleranza sullo spessore secondo le Norme EN 10051-91.

5. COLLAUDI E DOCUMENTI TECNICI
La qualità delle materie prime deve essere certificata dai relativi Produttori o da Enti o Laboratori Ufficiali di cui all'Art. 20 della Legge 1086/71 o autorizzati con Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici, secondo le modalità previste dall'allegato 8 del Decreto 14 febbraio 1992 "controlli sui prodotti laminati per strutture in acciaio".
Si specifica che per le materie prime provenienti da Paesi della Comunità Economica Europea è sufficiente il certificato di origine del produttore ove questi in regime di qualità e sia riconosciuto dalle Autorità competenti; mentre per le materie prime provenienti da Paesi extra CEE sarà indispensabile provvedere alla qualificazione dei materiali secondo le normative legislative effettuate da laboratori o enti autorizzati (art. 20 legge 1086/71).

6. IMPACCHETTAMENTO ED IDENTIFICAZIONE DEL MATERIALE Le barriere impacchettate dovranno riportare su apposito cartellino:
- tipo di barriera e qualità acciaio;
- numero di barriere costituenti il pacco;
- dimensioni della barriera;

7. IMBALLAGGIO ED INDIVIDUAZIONE DEL PRODOTTO DOPO ZINCATURA
I pacchi, costituiti preferibilmente da circa 25 barriere dovranno riportare un cartellino contenente le seguenti indicazioni:
- tipologia della barriera e qualità dell'acciaio;
- dimensione degli elementi;
- peso del rivestimento di zinco;
- numero di riferimento coil e nastro;
- numero di elementi costituenti il passo;
- data e turno di zincatura;
Tutte le prove di analisi di qualunque tipo dei materiali saranno eseguite ad esclusivo onere e spese dell'Aggiudicatario.
I campioni saranno prelevati in contraddittorio redigendo apposito verbale.
Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente Ufficio Compartimentale, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore, nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.
I dati ottenuti risultanti dai Certificati Ufficiali, rilasciati dai succitati Laboratori, saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti: ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti del presente Atto.

8. CERTIFICAZIONE E PROVE
Nel caso in cui l'aggiudicatario possegga valida certificazione di qualità secondo UNI EN ISO 9001-9002 o produca certificato di qualità del fornitore del prodotto finito, ad ultimazione della fornitura, dovrà fornire alla Direzione Lavori il certificato di conformità (in originale), secondo quanto previsto dalle Norme UNI EN ISO 45014, a garanzia della corrispondenza delle caratteristiche della barriera fornita rispetto ai Certificati di qualità

presentati in fase preliminare indicando:

a) Stabilimenti di produzione e ragione sociale della Ditta produttrice;
b) Quantitativi di barriera fornita;
c) Risultati delle prove eseguite nello Stabilimento sul lotto di barriera dal quale è stato prelevato il materiale fornito, con particolare riferimento alla zincatura.

Il Certificato dovrà essere firmato dal responsabile dell'Assicurazione qualità della Casa Produttrice unitamente con la dichiarazione esplicita del legale rappresentante dell'Appaltatore che attesti che tale certificato è relativo ai lavori eseguiti.
Nel caso in cui l'aggiudicatario non possegga certificazione di qualità propria o del fornitore del prodotto finito dovrà fornire valida documentazione e certificazione di quanto previsto dal capitolo "requisiti del prodotto".
Sia i controlli del quantitativo dello zinco sia le prove di resistenza dei materiali potranno essere effettuati in qualsiasi momento dalla Direzione dei Lavori su campioni di materiali prelevati in contradditorio con l'Appaltatore.
Qualora i risultati di dette prove fossero negativi e, quindi, differissero dai dati di Certificati di collaudo rilasciato dalla Ditta fornitrice, o da quanto prescritto dal presente C.S.A. a Stazione Appaltante rifiuterà senz'altro la partita dei materiali dalla quale sono stati prelevati i campioni.
L'appaltatore, prima dell'inizio della fornitura dei materiali, dovrà certificare la corrispondenza della barriera da fornire alla Normativa sopra citata.

2.2. BARRIERE DI SICUREZZA STRADALE IN LEGNO – ACCIAIO

A) Le barriere di sicurezza stradale qualora in legno – acciaio dovranno essere costituite da:
- un elemento orizzontale realizzato mediante l'accoppiamento di due pali in legno tondo trattato con idoneo prodotto per la lunga conservazione del materiale, della lunghezza di cm. 199 e del diametro di cm. 16, con all'interno una lamina di acciaio zincato a caldo Fe 430 (o tipo corten) dello spessore di mm. 2,50 e dimensioni 195/260x2400 mm., con nervatura centrale triangolare avente la duplice funzione di rinforzo ed unione dei vari elementi, garantendo una sovrapposizione di 400 mm.;
- montanti verticali a "C" posti ad interasse di m. 2,00, in profilato di acciaio zincato a caldo (o tipo corten) Fe 430 delle dimensioni di mm. 80x120x6 e dell'altezza di mm. 1950; tra il montante verticale e l'elemento orizzontale è interposto un distanziatore, con funzioni di dissipatore di energia, in acciaio zincato a caldo (o tipo corten), profilato a "C" delle dimensioni di mm. 60x150x2,50 e della lunghezza di mm. 310;
- serie di bulloni a testa tonda in acciaio (n° 8 per ogni montante) e dadi MA 16 ad alta resistenza, piastrine copriasola in acciaio Fe 430, delle dimensioni di mm. 100x45x4.

Le barriere da installare sulle banchine, lungo il ciglio dei rilevati, dovranno avere il montante di altezza mm. 1950 – Classe N1 / Lc $\geq$ 44 kJ.

Le barriere da installare sui manufatti di calcestruzzo dovranno avere il montante di altezza mm. 1050/1150, dotato di corrimano, piastra di ancoraggio da mm. 250x250x15 e n° 4 tirafondi M 20x250 completi di resine epossidiche bicomponenti - Classe H2 / Lc $\geq$ 288 kJ.

B) Le barriere di sicurezza allorché, come usualmente effettuato, risultassero esclusivamente in acciaio zincato Fe430, dovranno rispondere alle caratteristiche fissate dal D.M. 15.10.1996, dal D.M. 03.06.1998 e dal D.M. 11.06.1999.

La tipologia di impiego delle predette barriere verrà indicata in progetto, e sarà rispondente alle esigenze di contenimento degli urti stimati per il tipo di strada oggetto di progetto.

- STRUTTURE METALLICHE -

voci tratte da UX94 - Guida al capitolato tipo per le strutture metalliche - Gennaio 2016 della UNICMI [OMISS]

8. Materiali
8.1 Profilati e lamiere
I profili laminati a caldo, le lamiere ed i profili cavi finiti a caldo o formati a freddo per impiego strutturale devono essere conformi alle norme applicabili indicate in tabella 8.1.
I prodotti in acciaio strutturale, lamiere e nastri, da usare per la produzione di profilati piegati a freddo devono

avere proprietà idonee per le lavorazioni di piegatura a freddo. Gli acciai al carbonio adatti per tale scopo sono elencati in tabella 8.2.

Tabella 8.1 – Profili laminati a caldo, lamiere e profili cavi: materiali, dimensioni e tolleranze

Prodotti	Condizioni tecniche di fornitura	Dimensioni	Tolleranze
Sezioni ad I ed H	UNI EN 10025-1/6 Per quanto applicabili (1)	UNI 5397-5398(3)	UNI EN 10034
Profili ad I laminati a caldo ad ala rastremata		UNI 5679	UNI EN 10024
Profili a C o U		UNI EU 54	UNI EN 10279
Angolari		UNI EN 10056-1	UNI EN 10056-2
Sezioni a T		UNI EN 10055	UNI EN 10055
Piatti e lamiere		N/A	UNI EN 10029 (2) UNI EN 10051
Barre		UNI EN 10017, 10058, 10059, 10060, 10061	UNI EN 10017, 10058, 10059, 10060, 10061
Profili cavi finiti a caldo	UNI EN 10210-1	UNI EN 10210-2	UNI EN 10210-2
Profili cavi formati a freddo	UNI EN 10219-1	UNI EN 10219-2	UNI EN 10219-2

NOTE:
(1) Materiali da impiegare:
S235, S275 e S355 JR, J0, J2 e K2 (UNI EN 10025-2, acciai non legati);
S275, S355, S420 e S460 N e NL (UNI EN 10025-3, acciai a grana fine);
S275, S355, S420 e S460 M e ML (UNI EN 10025-4, acciai a grana fine);
S235J0W, S235J2W, S355J0W, S355J2W e S355K2W (UNI EN 10025-5, acciai con resistenza alla corrosione migliorata).
(2) Tolleranza sullo spessore: Classe B; per serbatoi e ciminiere: Classe C.
(3) Valide soltanto per le dimensioni; per le tolleranze di laminazione vale la UNI EN 10034.

Per profilati e lamiere da utilizzare in elementi dissipativi di strutture in classe di duttilità bassa o alta (CD"B" e CD"A") in zone a sismicità media o alta, dovrà risultare, dai documenti di controllo che accompagnano la fornitura o da risultati di idonee prove, che il valore della tensione di snervamento massima fy,max dell'acciaio non superi il valore caratteristico di più del 20%.

8.2 Bulloni non precaricati

I bulloni non precaricati sono quelli da impiegare in unioni a taglio. Possono essere impiegati bulloni di classe 4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 6.8 e 8.8.

Le caratteristiche generali devono essere conformi alla UNI EN 15048-1; le caratteristiche meccaniche delle viti devono essere secondo la UNI EN ISO 898-1, quelle dei dadi secondo la UNI EN 20898-2, le prove d'idoneità d'impiego secondo UNI EN 15048-2. Le rondelle devono avere durezza minima 100 HV secondo UNI EN ISO 6507-1.

Gli accoppiamenti vite-dado-rondella consentiti sono riportati in tabella 8.2.1.

I bulloni possono essere in accordo alle UNI EN ISO 4014 e 4016 (gambo parzialmente filettato) o UNI EN ISO 4017 e 4018 (gambo interamente filettato). Se si adottano bulloni con vite con gambo interamente filettato, occorre avere specifica autorizzazione da parte del Progettista.

E' opportuno l'uso di una rondella al fine di non rovinare il trattamento protettivo con la rotazione del dado.

Tabella 8.2.1 – Accoppiamenti vite-dado-rondella per bulloni non precaricati

Vite [classe]	Dado [classe]	Rondella [durezza]
4.6, 4.8	4, 5, 6 oppure 8	100 HV min.
5.6, 5.8	5, 6 oppure 8	
6.8	6 oppure 8	
8.8	8 oppure 10	100 HV min; 300 HV min (*)
10.9	10 oppure 12	
(*) Per giunti a semplice sovrapposizione con una sola fila di bulloni (cfr. UNI EN 1993-1-8 §3.6.1)		

8.3 Bulloni precaricati

I bulloni precaricati sono quelli da impiegare nelle unioni ad attrito. Possono essere impiegati bulloni di classe 8.8 e 10.9.
Essi devono essere conformi alla UNI EN 14399-1; le caratteristiche meccaniche devono essere secondo la UNI EN ISO 898-1. Possono essere impiegati bulloni tipo HR secondo UNI EN 14399-3 (assieme vite-dado), o del tipo HV secondo UNI EN 14399-4 (assieme vite-dado). Le rondelle devono essere secondo UNI EN 14399-5 (rondelle piane) oppure UNI EN 14399-6 (rondelle piane smussate).
Possono anche essere impiegati bulloni del tipo HRC a serraggio calibrato secondo UNI EN 14399-10.
I bulloni del tipo HR e HV possono anche essere impiegati con rondelle con indicazione di carico secondo UNI EN 14399-9.
I bulloni precaricati e non precaricati possono essere zincati a freddo secondo la UNI EN ISO 4042 o a caldo secondo UNI EN ISO 10684. Non è ammessa la zincatura a caldo per i bulloni classe 10.9. In alternativa possono adottarsi altri metodi di protezione purché approvati dal Produttore.

8.4 Tirafondi

I tirafondi devono essere ricavati da acciaio laminato a caldo secondo UNI EN 10025-2/4.
In alternativa essi possono essere in accordo a UNI EN ISO 898-1. Per l'impiego in strutture con duttilità media o alta (DC"B" o DC"A") questa seconda possibilità non è raccomandata.
Se richiesto, possono essere impiegati tirafondi ricavati da barre di armature per cemento armato non precompresso, con caratteristiche conformi a quanto indicato nella normativa NTC2008.

8.5 Lamiere grecate

Le lamiere grecate devono conformarsi alla norma di prodotto UNI EN 14782: 2006 "Lastre metalliche autoportanti per coperture, rivestimenti esterni e interni - Specifica di prodotto e requisiti" che fornisce tra l'altro indicazioni delle tolleranze dimensionali. Le tolleranze sullo spessore devono essere secondo la UNI EN10143:2006 "Lamiere sottili e nastri di acciaio con rivestimento applicato per immersione a caldo in continuo - Tolleranze sulla dimensione e sulla forma". I materiali saranno in conformità alla UNI EN 10346:2009 "Prodotti piani di acciaio rivestiti per immersione a caldo in continuo - Condizioni tecniche di fornitura".
Se sono da impiegare come lamiere collaboranti nel getto di solai composti, il produttore deve dare evidenza di aver effettuato una specifica sperimentazione al fine di determinare la resistenza al taglio longitudinale di progetto $\tau_{u,Rd}$ della lamiera grecata. La sperimentazione e la elaborazione dei risultati sperimentali devono essere conformi alle prescrizioni dell'Appendice B.3 della norma UNI EN 1994-1-1:2005.

8.6 Grigliati metallici e lamiere striate o bugnate

Grigliati metallici, lamiere striate e bugnate saranno di norma realizzati in acciaio S235JR UNI EN 10025. I grigliati saranno di norma zincati a caldo.

8.7 Connettori per il taglio

I connettori per il taglio da impiegare nelle strutture composte acciaio-calcestruzzo devono essere conformi ai requisiti della norma UNI EN ISO 13918.
E' possibile l'impiego di connettori collegati a freddo a mezzo di chiodi speciali, infissi mediante una chiodatrice a sparo o pneumatica. La capacità portante di questi connettori e l'efficacia del collegamento chiodato alla trave in acciaio devono essere indagate sperimentalmente seguendo le procedure delle normative di progetto per strutture miste acciaio-calcestruzzo: le CNR 10016/98 e/o l'Eurocodice 4 UNI - EN 1994-1- 1"Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo" Annex B.

9. Lavorazioni d'officina

9.1 Identificazione, documenti d'ispezione e tracciabilità dei prodotti

Le caratteristiche tecniche dei componenti (profilati, lamiere, bulloni, elettrodi, lamiere grecate, grigliati, etc.) approvvigionati per le successive lavorazioni, devono essere documentate in modo da poter controllare se tali componenti soddisfano i requisiti richiesti dalle specifiche e norme applicabili.
I documenti d'ispezione di cui alla UNI EN 10204, relativi ai controlli sui materiali da parte del Produttore, devono essere conformi ai requisiti minimi riportati sulla UNI EN 1090-2 Tabella 1 con la seguente modifica:

sono richiesti controlli specifici (documenti d'ispezione del tipo 3.1, secondo UNI EN 10204), cioè analisi chimiche, prove meccaniche e di resilienza, relativi alle unità di prova specifiche alle quali appartengono i materiali oggetto della fornitura, per tutti gli acciai strutturali di cui alle Tabelle 8.1 e 8.2.
L'officina di trasformazione dell'Appaltatore deve possedere i requisiti di legge stabiliti nel paragrafo 11.3.1.7 delle NTC.
Per le classi di esecuzione EXC3 ed EXC4 deve essere garantita la tracciabilità completa dei componenti, dal momento dell'approvvigionamento e ingresso in officina al momento della spedizione in cantiere e montaggio. Ogni componente cioè, contraddistinto da una marca nei disegni costruttivi d'officina, deve poter essere collegato, in tutte le parti principali costituenti la marca completa, al corrispondente lotto di fornitura ed ai documenti d'ispezione ad esso legati. L'Appaltatore deve essere dotato di un sistema di acquisizione, trattamento ed archiviazione di tali dati.
La tracciabilità completa dovrà in particolare essere garantita per ogni parte costituente un componente da impiegare come elemento dissipativo in una struttura calcolata secondo le regole del capacity design in zone a media o alta sismicità.

Per le classi di esecuzione EXC1 ed EXC2 si dovrà garantire che i materiali in ingresso (lamiere, profilati, bulloni, etc.) siano riconducibili ai rispettivi documenti d'ispezione di cui alla UNI EN 10204. Non è richiesta la tracciabilità dei singoli pezzi lavorati.

9.2 Marcatura delle strutture

Ciascun componente deve essere identificabile ad ogni stadio della lavorazione. I componenti completati devono essere marcati in modo permanente, senza danneggiare il materiale, in modo da essere chiaramente identificabili. Per acciai di classe inferiore o uguale alla S355, possono essere impiegate incisioni, ad eccezione dei casi indicati nelle specifiche di produzione. Qualora nei disegni di progetto, o nelle informazioni di fabbricazione siano individuate delle zone sulla struttura in acciaio non marcabili, esse devono essere lasciate libere da ogni sorta di marcatura o incisione.

9.3 Movimentazione e stoccaggio

Le strutture in acciaio devono essere imballate, movimentate e trasportate (in relazione ai casi) con cura, in maniera tale da non provocare deformazioni permanenti e minimizzare eventuali danni superficiali. Particolare cura deve essere posta per irrigidire le estremità libere e proteggere le superfici lavorate. Le misure preventive riportate nella Tabella 8 della UNI EN 1090-2 vanno applicate se pertinenti.

9.4 Taglio

Il taglio e la preparazione dei lembi dell'acciaio possono essere ottenuti mediante utilizzo di sega a disco, tranciatura, taglio automatico, piallatura, fresatura o altri tipi di lavorazioni. Il taglio manuale può essere impiegato solamente qualora sia impraticabile l'utilizzo del taglio automatico.

I bordi dovuti ai tagli termici che sono privi di notevoli irregolarità possono essere accettati senza ulteriori trattamenti, eccetto la rimozione delle sbavature. Diversamente, i bordi devono essere levigati per rimuovere le eventuali irregolarità. I livelli accettabili della qualità del taglio, definiti in accordo alla UNI EN ISO 9013, sono riportati nella Tabella 9 della UNI EN 1090-2 per le classi di esecuzione EXC2, EXC3 ed EXC4.

Gli intagli non possono essere a spigoli vivi. Essi devono essere raccordati con raggio di curvatura di 5 mm per classi di esecuzione EXC2 ed EXC3, e di 10 mm per classe di esecuzione EXC4.

Sono da evitare le operazioni di taglio in componenti già sottoposti a zincatura a caldo. Se comunque tali operazioni vengono effettuate, si deve procedere ad un idoneo ripristino della zincatura.

9.5 Formatura

La curvatura o il raddrizzamento degli elementi durante la produzione possono essere eseguiti secondo uno dei seguenti metodi:

- Meccanicamente, avendo cura di ridurre al minimo le intaccature o le variazioni della sezione trasversale;
- Mediante applicazioni locali di calore, garantendo che la temperatura del metallo sia accuratamente controllata. Per le strutture in classe EXC3 ed EXC4 deve essere sviluppata una procedura e devono essere eseguiti dei casi-test per poterla approvare.
- Utilizzando un processo di calandratura, nel caso in cui la procedura utilizzata comprenda il controllo accurato della temperatura e sia validata anticipatamente in termini di mantenimento delle proprietà meccaniche dell'elemento curvato o raddrizzato. Profili piegati a freddo che raggiungono lo sforzo nominale di snervamento a seguito del processo di piegatura, non possono essere sottoposti a questo trattamento.

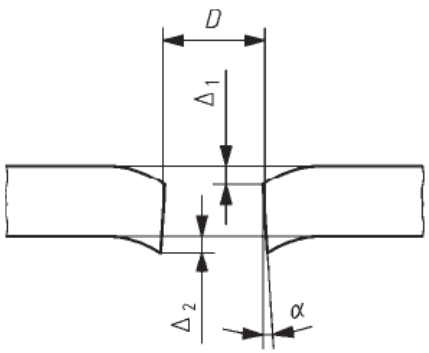
9.6 Forature

E' permessa la foratura con trapano attraverso più elementi qualora le differenti parti siano strettamente serrate fra di loro. Le parti devono essere separate dopo la foratura e ogni sbavatura deve essere rimossa.

La punzonatura completa del foro è permessa se le seguenti condizioni sono soddisfatte:

- la tolleranza sulla distorsione del foro punzonato non deve eccedere i limiti indicati nella figura seguente

(tratta dal §6.6.3 della UNI EN 1090-2):



$$D = \frac{(d_{max} + d_{min})}{2}$$

$$\max(\Delta_1 \text{ or } \Delta_2) \leq D/10$$

$$\alpha \leq 4°$$

i fori devono essere privi di sbavature che potrebbero ostacolare l'assemblaggio delle parti quando messe a contatto;

- lo spessore degli elementi non deve essere maggiore del diametro del foro punzonato.

Particolare attenzione va riservata alle operazioni di foratura in componenti da zincare a caldo, controllando accuratamente che i bordi dei fori punzonati siano esenti da microfratture che vanno eventualmente rimosse, ed eliminando eventuali ribave.
Sono da evitare le operazioni di foratura in componenti già sottoposti a zincatura a caldo. Se comunque tali operazioni vengono effettuate, si deve procedere ad un idoneo ripristino della zincatura.
Per gli elementi in classe di esecuzione EXC3 ed EXC4 la punzonatura deve essere eseguita garantendo che i fori presentino un diametro inferiore di 2 mm rispetto alla dimensione richiesta e che siano successivamente alesati fino ad ottenere il diametro finale richiesto per l'assemblaggio.
I fori asolati possono essere realizzati per punzonatura, per taglio termico o per mezzo di trapanatura, eseguendo due fori ed asportando per taglio la parte fra di essi.
I diametri dei fori devono essere in accordo alla NTC, e precisamente:
-- I fori devono avere diametro uguale a quello del bullone maggiorato di 1 mm fino a 20 mm di diametro, e di 1,5 mm per bulloni di diametro maggiore di 20 mm.
Se concordato con il Committente e/o il Progettista e/o il Direttore dei Lavori, si possono adottare i diametri dei "fori normali" stabiliti dalla UNI EN 1090-2 e riportati in tabella 9.6.1.

Tabella 9.6.1 – Giochi foro-bullone secondo EN 1090-2 – Valori in [mm]

Diametro nominale del bullone d [mm]	12	14	16	18	20	22	24	27 e oltre
Fori normali	1		2					3
Fori maggiorati	3		4				6	8
Asole corte	4		6				8	10
Asole lunghe	1,5 d							

La tolleranza ammessa sul diametro dei fori è di ± 0,5 mm, dove per diametro si intende la media dei diametri misurati sulle due facce.
Le tolleranze ammesse sulla posizione dei fori rispetto agli assi teorici di foratura sono riportate nelle tabelle 12.9 e 12.16.
Se l'Appaltatore approvvigiona componenti prelavorati (componenti tagliati a misura e forati) da un Centro Servizi, questo deve fornire, insieme al materiale lavorato, un documento di ispezione che certifichi il rispetto per le forature eseguite delle tolleranze di diametro e posizione sopra riportate. I controlli dovranno essere effettuati sul 25% almeno dei fori. Tale documento, consegnato dal Centro Servizi all'Appaltatore, dovrà da questi essere consegnato al Committente ed al Direttore dei Lavori. In mancanza di tale documento, l'Appaltatore dovrà farsi carico di redigerlo e di eseguire i controlli relativi.
9.7 Assemblaggio e premontaggi
Le parti da assemblare devono essere posizionate in modo tale da realizzare un contatto stabile, conforme ai requisiti di assemblaggio o di vincolo richiesti.
È consentita una lieve variazione della posizione dei fori al fine di permettere l'allineamento dei diversi elementi, ma ciò non deve causare danni o distorsioni all'assemblaggio finale. Qualora le parti non possano essere unite senza movimenti che possono causare la distorsione della struttura metallica, nel caso in cui il progetto della connessione consenta l'utilizzo di fori e bulloni di diametro maggiore, si prevede una rettifica che può essere fatta mediante alesatura dei fori.
Per garantire la certezza di poter correttamente assemblare in opera i componenti bullonati, l'Appaltatore deve mettere in atto gli opportuni accorgimenti, in funzione della importanza dell'opera e della criticità dell'accoppiamento, quali:
- ricorso a dime di posizionamento;
- rilievi accurati tridimensionali della posizione dei fori con adeguati strumenti;
- premontaggi parziali o totali.

Il Committente e/o il Progettista, o il Direttore dei lavori possono richiedere all'Appaltatore il premontaggio in officina di parti di struttura, in funzione delle criticità di montaggio individuate.
Se il Committente non affida all'Appaltatore il montaggio in opera delle strutture, l'Appaltatore deve consegnare al Committente ed al Direttore dei Lavori, oltre a tutta la documentazione d'obbligo richiamata al §11.3 delle NTC, una Dichiarazione di Conformità al Montaggio delle strutture, dove si elencano i controlli eseguiti al fine di garantire fa fattibilità del montaggio.
10. Saldatura
10.1 Generalità
L'Appaltatore deve garantire di effettuare saldature con adeguato livello di qualità, come definito nella norma UNI EN ISO 3834, ed in funzione della classe di esecuzione delle strutture, secondo quanto riportato in tabella 10.1.1. Tali prescrizioni non devono comunque risultare meno cautelative di quelle della tabella 11.3.XI delle NTC.

Tabella 10.1.1 - Requisiti di qualità applicabili

Classe di esecuzione	EXC1	EXC2	EXC3	EXC4
Requisiti di qualità del Costruttore secondo UNI EN ISO 3834	Elementare ISO 3834-4	Medio EN ISO 3834-3	Esteso EN ISO 3834-2	Esteso EN ISO 3834-2

Per le classi di esecuzione EXC2, EXC3 e EXC4 il coordinamento delle attività di saldatura deve essere mantenuto da appositi Coordinatori di Saldatura, qualificati secondo UNI EN ISO 14731.
Con riferimento alle operazioni di saldatura da supervisionare, i coordinatori di saldatura devono avere il livello di conoscenza prescritto in tabella 10.1.2.

Tabella 10.1.2 – Livello di conoscenza tecnica di Coordinatori di Saldatura secondo UNI EN ISO 14731

Classe	Acciaio	Spessori [mm]		
		t ≤ 25 (1)	25 < t ≤ 50 (2)	t > 50
EXC2	S235-S355	B	S	C (3)
	S420-S700	S	C (4)	C
EXC3	S235-S355	S	C	C
	S420-S700	S	C	C
EXC4	Tutti	C	C	C

NOTE:
B = di base; S = specifico; C = completo
(1) Piastre di base delle colonne ≤ 50 mm
(2) Piastre di base delle colonne ≤ 75 mm
(3) Per acciai S235-S275 è sufficiente il grado S
(4) Per acciai di qualità N, NL, M, ML è sufficiente il grado S

Tutte le giunzioni saldate devono essere eseguite con procedimenti qualificati. L'Appaltatore deve sviluppare delle idonee Specifiche di Saldatura (WPS) per ciascuna delle procedure che intende adottare secondo UNI EN ISO 15609. Le procedure devono essere qualificate secondo quanto prescritto da UNI EN ISO 15613, UNI EN ISO 15614-1 e UNI EN ISO 14555.
L'Appaltatore deve fornire al Committente ed al Direttore dei Lavori un Piano della Saldatura che contenga, oltre le WPS, i seguenti requisiti: misure da prendere per evitare distorsioni degli elementi durante e dopo la saldatura, requisiti per controlli intermedi, sequenze di saldatura, rotazione dei pezzi durante la saldatura, dettagli dei vincoli da applicare, misure per evitare il lamellar tearing, speciali accorgimenti ed attrezzature per i materiali di consumo, requisiti di accettazione delle saldature, requisiti per l'identificazione delle saldature, requisiti relativi ai trattamenti superficiali dei pezzi da saldare.
I principali procedimenti di saldatura ammessi sono:

- saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti;
- saldatura automatica ad arco sommerso;
- saldatura automatica o semiautomatica in gas protettivo a filo pieno e/o filo animato;
- saldatura automatica dei connettori (stud welding).

Le saldature testa a testa, prima di essere riprese dalla parte opposta devono essere solcate a rovescio con mola o con arc air seguito da molatura.

10.2 Qualifica dei saldatori

Tutti i saldatori impiegati devono essere certificati e qualificati secondo la norma UNI EN ISO 9606-1, gli operatori secondo la UNI EN 14732. A deroga parziale della norma UNI EN 9606-1, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.
Le operazioni di saldatura per classi di esecuzione EXC2, EXC3 ed EXC4, devono essere coordinate da apposito personale di coordinamento qualificato per lo scopo e dotato della necessaria esperienza nei procedimenti di saldatura, come prescritto dalla tabella 10.1.2.

10.3 Preparazione dei lembi

I lembi devono essere preparati in modo conforme alle preparazioni usate nei test di validazione delle WPS. Le superfici da saldare devono essere asciutte e libere da ogni sostanza che possa compromettere la qualità della saldatura (ruggine, materiali organici o zincatura). Esse devono risultate prive di fessurazione visibile.
Esempi di preparazione dei lembi sono riportate nelle norme UNI EN ISO 9692-1 e UNI EN ISO 9692-2. Deve

essere eseguito il controllo visivo secondo UNI EN ISO 17637 sul 100% dei lembi da saldare, al fine di accertare lo stato delle superfici, l'assenza di difetti affioranti e la corretta pulizia. Eventuali discontinuità riscontrate sul cianfrino devono essere riparate mediante molatura o molatura e saldatura, in accordo ai criteri riportati sulla tabella 0.3.2.3 delle AWS D.1.1.
Il controllo dimensionale deve essere eseguito sul 100% dei lembi, al fine di accertare la corretta geometria ed il rispetto delle tolleranze dimensionali.
Per i cianfrini di lamiere di spessore superiore od uguale a 40 mm, o anche per spessori minori se l'esame visivo lo consigliasse, e comunque su cianfrini per saldature a completa penetrazione, deve essere eseguito sull'intero sviluppo controllo magnetoscopico (preferenziale) o con liquidi penetranti (alternativo).

10.4 Materiali di consumo

I materiali di consumo per saldature devono essere conservati secondo le prescrizioni del Produttore.
Elettrodi e flussi per arco sommerso, salvo diversa indicazione da parte del Produttore, devono essere essiccati, se previsto, a 300-400 °C, quindi mantenuti in forno a temperatura di almeno 150 °C e conservati durante le operazioni di saldatura in fornetti portatili a non meno di 100 °C.
Gli elettrodi non usati devono essere essiccati ancora. L'essiccatura non può essere ripetuta più di due volte.

10.5 Controlli non distruttivi

I controlli non distruttivi (NDT) delle saldature devono essere eseguiti da personale qualificato secondo il livello 2 definito dalla UNI EN 473.

I controlli da eseguire sono in genere:

- controlli volumetrici: ultrasonici (UT) secondo UNI EN ISO 17640:2011 e UNI EN ISO 23279:2010, o radiografici (RT) secondo UNI EN ISO 17636:2013 (di massima solo per saldature a completa penetrazione, salvo se diversamente indicato);
- controlli superficiali: magnetoscopici (MT) secondo UNI EN ISO 17638:2010, o con liquidi penetranti (PT) secondo UNI EN ISO 3452-1:2013 (per saldature a completa penetrazione, parziale penetrazione e a cordoni d'angolo).

Il controllo visivo deve essere eseguito sul 100% delle saldature, con lo scopo di rilevare eventuali difetti di profilo e/o irregolarità superficiali. Se vengono trovati difetti, essi vanno investigati mediante successivi controlli MT o PT. Per le strutture in classe di esecuzione EXC2, EXC3 ed EXC4, vanno comunque effettuati dei controlli sia superficiali (preferibilmente MT, o PT in alternativa) che volumetrici (UT), nella percentuale dello sviluppo totale delle saldature indicata nelle tabelle 10.5.1a oppure 10.5.1b. Indicando con p% l'entità percentuale di cui alle suddette tabelle, si possono applicare, in assenza di altri criteri, le regole seguenti:

- ciascuna saldatura del lotto di esame deve essere esaminata per una lunghezza minima p% della singola lunghezza. La zona da esaminare deve essere scelta sulla base della verifica visiva;
- se la lunghezza totale di tutte le saldature di un lotto di esame è minore di 900 mm, almeno una saldatura deve essere esaminata per l'intera lunghezza indipendentemente dal valore p %;
- se un lotto di esame è costituito da parecchie saldature identiche, ciascuna di lunghezza minore di 900 mm, si devono esaminare per l'intera lunghezza un certo numero di saldature scelte a caso per una lunghezza totale minima p % della lunghezza totale di tutte le saldature del lotto di esame.

I controlli non potranno essere di entità inferiore a quanto previsto in tabella 10.5.1a, in linea con le prescrizioni della UNI EN 1090-2. Per strutture di particolare impegno, su richiesta del Cliente e/o del Direttore dei Lavori e/o del Collaudatore, possono essere prescritti i controlli di cui alla tabella 10.5.1b, o anche di entità maggiore, se ritenuto opportuno in base alle caratteristiche dell'opera.

Tabella 10.5.1a – Estensione minima dei controlli non distruttivi per saldature

Tipologia di saldatura	Controllo					
	MT / LT			UT / RT(***)		
	EXC2	EXC3	EXC4	EXC2	EXC3	EXC4
Giunti testa a testa o a T a completa penetrazione	10%	20%	100%	10%	20%	100%
Giunti a parziale penetrazione a croce	10%	20%	100%	-	-	-
Saldatura longitudinale a completa penetrazione o a cordoni d'angolo tra la piattabanda superiore e l'anima di travi di scorrimento di carroponti	10%	20%	100%	10%	20%	100%
Giunti a parziale penetrazione a T	5%	10%	50%	-	-	-
Saldature a cordoni d'angolo di lato > 12 mm e/o su spessore > 20 mm	5%	10%	20%	-	-	-
Saldature a cordoni d'angolo di lato ≤ 12 mm e/o su spessore ≤ 20 mm	-	5%	10%	-	-	-

Tabella 10.5.1b – Estensione dei controlli non distruttivi per saldature di strutture di particolare impegno

Tipologia di saldatura	Controllo					
	MT / LT			UT / RT(***)		
	EXC2	EXC3	EXC4	EXC2	EXC3	EXC4
Giunti testa a testa o a T a completa penetrazione	25%	50%	100%	25%	50%	100%
Giunti a parziale penetrazione	10%	20%	100%	5% (*)	10% (*)	20% (*)
Saldatura longitudinale a completa penetrazione o a cordoni d'angolo tra la piattabanda superiore e l'anima di travi di scorrimento di carroponti	25%	50%	100%	25%	50%	100%
Saldature a cordoni d'angolo	5%	10%	20%	5% (**)	10% (**)	20% (**)

(*) Se la profondità di penetrazione della saldatura è ≥ 8 mm.
(**) Per cordoni d'angolo di lato ≥ 20 mm.
(***) I controlli RT, in alternativa ai controlli UT, potranno essere impiegati preferibilmente in giunti testa a testa con spessori minori o uguali a 20 mm.

Nel caso in cui si rilevi un difetto volumetrico, il controllo va esteso per un metro a cavallo della posizione di esso, o a due giunti vicini se l'estensione della saldatura è minore di un metro. Nel caso di difetti planari, il controllo va esteso al 100% del giunto, o dei giunti contigui dello stesso tipo, se l'estensione delle saldature è limitata.
Per le saldature a completa penetrazione effettuate in cantiere, l'estensione dei controlli da applicare è la seguente:
 Controlli MT / PT: 100%
 Controlli UT / RT: 100%
L'esecuzione di tali controlli va programmata in accordo con il Direttore dei Lavori.
Tutte le lamiere costituenti le piastre di base e tutte le lamiere di spessore maggiore o uguale a 60 mm devono essere controllate con ultrasuoni per la ricerca di eventuali sfogliature o sdoppiature. I controlli devono essere in accordo con la UNI EN 10160 classe S2 per il corpo della lamiera e classe E3 per i bordi. Prescrizioni più severe (S3 per la lamiera e E4 per i bordi) potranno essere richieste in casi particolari.
Per le classi di esecuzione EXC3 ed EXC4 devono essere controllati con classe S1 tutti i giunti cruciformi nei quali una lamiera trasmette prevalentemente sforzi di trazione attraverso un'altra lamiera di spessore quattro volte maggiore.
10.6 Criteri di accettabilità delle saldature
I criteri di accettabilità delle saldature sono i seguenti, con riferimento alla norma UNI EN ISO 5817:

- Livello di qualità C per la classe di esecuzione EXC1 ed EXC2;
- Livello di qualità B per la classe di esecuzione EXC3;
- Livello di qualità B per la classe di esecuzione EXC4 più i requisiti addizionali della tabella 17 della

norma UNI EN 1090-2.

Tutti i giunti non conformi ai criteri di accettabilità devono essere riparati. Le attività di riparazione devono essere eseguite nel seguente modo:

- asportazione del difetto e rifinitura con mola;
- verifica dell'eliminazione del difetto mediante MT, secondo UNI EN ISO 17638:2010;
- esecuzione della saldatura di riparazione secondo WPS approvata;
- controllo della saldatura di riparazione mediante lo stesso metodo di NDT con cui era stato rilevato il difetto;
- emissione del certificato di riparazione.

Se vengono riscontrati tratti di saldatura non conformi ai criteri di accettabilità, occorre eseguire ulteriori controlli, per esempio secondo i criteri dell'Appendice C della UNI EN ISO 17635:2010.1

11. Bullonatura

11.1 Generalità

Non possono essere impiegati bulloni strutturali di diametro inferiore all'M12.

Nei bulloni non precaricati la lunghezza del gambo deve essere scelta in modo tale che, dopo il serraggio, almeno un giro completo del filetto sia visibile tra il dado e la parte non filettata del gambo, ed almeno un filetto sia visibile tra la faccia esterna del dado e il termine del gambo.

Nei bulloni precaricati tipo HR (UNI EN 14399-3 e UNI EN 14399-7) dopo il serraggio devono essere visibili almeno quattro filetti completi tra la superficie di serraggio del dado e l'inizio del gambo non filettato.

Nei bulloni precaricati tipo HV (UNI EN 14399-4 e UNI EN 14399-8) lo spessore di serraggio deve essere in accordo alla tabella A.1 della norma UNI EN 14399-4.

Per i bulloni non precaricati è richiesta una sola rondella sotto il dado, o comunque sotto la parte (dado o testa) che viene ruotata per il serraggio.

Per i bulloni classe 8.8, se usati come precaricati, si richiede l'uso di una sola rondella sotto la parte (testa o dado) che viene ruotata: smussata se sotto la testa (in accordo a UNI EN 14399-6), piana se sotto il dado (UNI EN 14399-5).

Per i bulloni 10.9, se usati come precaricati, si richiede l'uso di 2 rondelle: una smussata sotto la testa (secondo UNI EN 14399-6) ed una piana sotto il dado (secondo UNI EN 14399-5).

I bulloni non precaricati devono avere un tratto non filettato di lunghezza tale che le sezioni di taglio (tra un elemento collegato e l'altro) rientrino in tale tratto. L'eventuale uso di bulloni non precaricati con il gambo totalmente filettato deve essere subordinato alla approvazione del Progettista. Deve essere lasciata evidenza di tale approvazione. La lunghezza del gambo di tali bulloni dovrà consentire che, dopo il serraggio, rimanga almeno un passo del filetto tra la fine del gambo e la faccia del dado.

Serraggio dei bulloni non precaricati

Prima dell'inizio delle operazioni di serraggio tutte le connessioni devono essere sottoposte a controllo visivo.

I bulloni non precaricati devono essere avvitati fino a portare le parti che costituiscono il giunto a pieno contatto. Quindi i bulloni devono essere serrati con la normale forza che un uomo riesce ad applicare usando una chiave senza prolunga. Speciale cura deve essere posta nel serraggio dei bulloni di basso diametro per evitare il raggiungimento della tensione di snervamento.

In alternativa i bulloni non precaricati soggetti a trazione possono essere serrati applicando le coppie di cui alla tabella 11.3.1, mentre quelli soggetti solo a taglio possono essere serrati applicando le coppie di cui alla tabella 11.3.2.

Tali coppie sono state calcolate con un coefficiente k = 0,20. Se per i bulloni di classe 8.8 è specificato un valore di k diverso, si dovranno calcolare gli opportuni valori.

Tali coppie sono da applicarsi per bulloni bruniti. Per bulloni zincati i valori vanno ridotti del 25%.

Tabella 11.3.1 – Coppie di serraggio per bulloni non precaricati soggetti a trazione [Nm]

Diametro [mm]	A_s [mm²]	Classe bullone					
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8
12	84.3	39	45	48	57	68	91
14	115	62	72	77	90	108	144
16	157	96	113	121	141	169	225
18	192	133	155	166	194	232	310
20	245	188	220	235	274	329	439
22	303	256	299	320	373	448	597
24	353	325	380	407	474	569	759
27	459	476	555	595	694	833	1110
30	561	646	754	808	943	1131	1508
36	817	1130	1318	1412	1647	1976	2635

Tabella 11.3.2 – Coppie di serraggio per bulloni non precaricati soggetti solo a taglio [Nm]

Diametro [mm]	A_s [mm²]	Classe bullone					
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8
12	84.3	31	36	39	45	54	73
14	115	50	58	62	72	86	115
16	157	77	90	97	113	135	180
18	192	106	124	133	155	186	248
20	245	150	176	188	220	263	351
22	303	205	239	256	298	358	478
24	353	260	304	325	379	455	607
27	459	381	444	476	555	666	888
30	561	517	603	646	754	905	1206
36	817	904	1054	1130	1318	1581	2108

11.4 Controllo del serraggio dei bulloni precaricati

Per le unioni ad attrito in classe di esecuzione EXC2, EXC3 ed EXC4, devono essere svolti controlli durante e dopo il serraggio dei giunti, secondo quanto prescritto nella tabella 11.4.1.

Tabella 11.4.1 – Prescrizioni per il controllo del serraggio dei bulloni precaricati

FASE	ESTENSIONE	AZIONE
Ispezione delle superfici di contatto	100% per tutte le classi EXC	Controllo visivo
Connessioni prima del serraggio	100% per tutte le classi EXC	Controllo visivo – Eventuali aggiustaggi mediante spessoramento
	EXC2, EXC3 ed EXC4	Controllo dei certificati di taratura delle chiavi dinamometriche
Metodo della coppia – 2. fase	EXC2 : 5% EXC3, EXC4: 10%	Applicazione con chiave dinamometrica di 1,05 M_r e verifica che ci sia un inizio di rotazione; se rotazione > 15° il bullone deve essere serrato ancora
Metodo combinato – 1. fase	EXC2 : --- EXC3, EXC4: 5%	Applicazione con chiave dinamometrica di 0,75 M_r e verifica che ci sia un inizio di rotazione; se rotazione > 15° il bullone deve essere serrato ancora
Metodo combinato – 2. fase	EXC2 : 5% EXC3, EXC4: 10%	Se l'angolo di rotazione è sotto il valore specificato di più di 15°, correggere l'angolo; se l'angolo di rotazione è sopra il valore specificato di più di 30°, sostituire il bullone.

I controlli sul serraggio, nella misura stabilita in tabella 11.4.1, vanno eseguiti secondo il metodo sequenziale illustrato in tabella 11.4.2, impiegando il diagramma tipo A per le classi di esecuzione EXC2 ed EXC3, e il diagramma tipo B per la classe di esecuzione EXC4.

Esempi d'uso del diagramma d'ispezione tipo A.

a) Linea punteggiata: il controllo dei primi 3 bulloni ha dato esito positivo, il 4° negativo, il 5°, 6° e 7° ancora positivo, il controllo è continuato dall'8° al 14° bullone con esito positivo, finché la linea punteggiata ha incrociato la linea di confine verticale. Il risultato globale è: accettazione.

b) Linea tratteggiata: il primo bullone è risultato positivo, il 2° negativo, il 3°, 4° e 5° positivi, il 6° negativo, dal 7° all'11° positivi, il 12° negativo. La linea tratteggiata ha intersecato il confine nella zona di rigetto, perciò il risultato globale è: rigetto.

Tabella 11.4.2– Diagrammi d'ispezione sequenziale per il controllo del serraggio dei bulloni pretesi

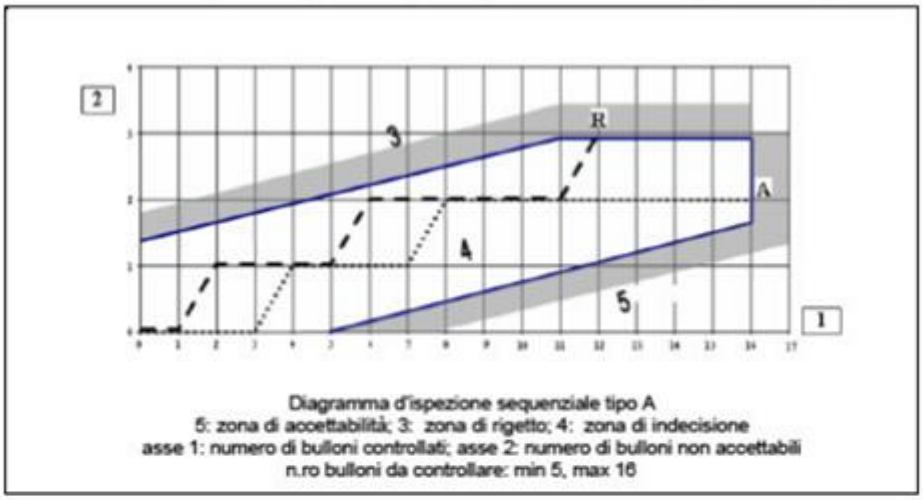


Diagramma d'ispezione sequenziale tipo A
5: zona di accettabilità; 3: zona di rigetto; 4: zona di indecisione
asse 1: numero di bulloni controllati; asse 2: numero di bulloni non accettabili
n.ro bulloni da controllare: min 5, max 16

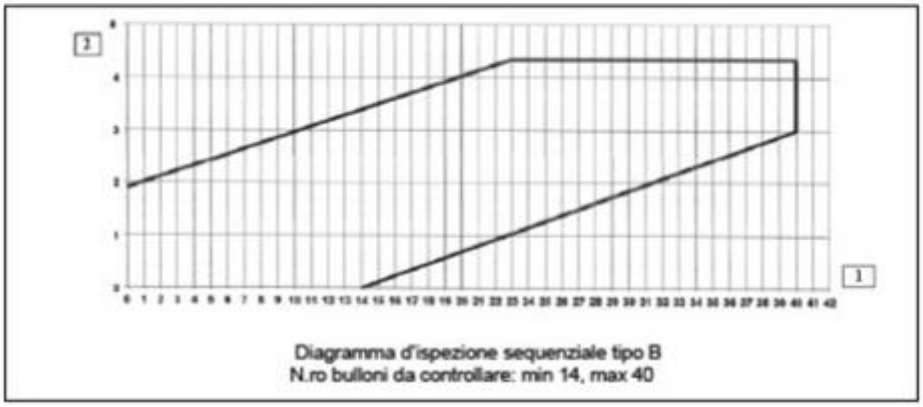


Diagramma d'ispezione sequenziale tipo B
N.ro bulloni da controllare: min 14, max 40

15. Trasporto

Tutto il materiale lavorato e le parti premontate devono essere adeguatamente conservati per proteggerli dalla corrosione e dai danneggiamenti accidentali.

Tutte le parti pronte per la spedizione devono essere sottoposte ad accurati controlli visivi e dimensionali. I numeri di posizione ed i pesi devono comparire sulle bolle di consegna per la spedizione.

Durante il trasporto i materiali devono essere protetti con opportuni materiali al fine di prevenire danneggiamenti.

16. Stoccaggio

L'Appaltatore su richiesta del Committente deve dare la disponibilità di idonee aree di stoccaggio in officina per le strutture pronte per il trasporto, nell'eventualità di non disporre di aree libere per lo stoccaggio in cantiere, definendo preventivamente l'onere per l'occupazione delle aree di stoccaggio.

L'Appaltatore deve consegnare al Committente le opportune istruzioni operative per preservare i materiali staccati in cantiere da corrosione, deterioramento, danni accidentali, etc., prima di iniziare il montaggio.

17. Trattamenti protettivi

17.1 Generalità

I trattamenti protettivi superficiali saranno realizzati, di norma, con zincatura a caldo o mediante verniciatura, o infine con zincatura e successiva verniciatura (sistema duplex).

L'Appaltatore, in base alle indicazioni fornite dal Committente circa le condizioni ambientali dell'opera, la durata di essa prevista e la durata richiesta del periodo di tempo tra la costruzione e la prima manutenzione del trattamento protettivo, nonché in base alla eventuale preferenza espressa dal Committente per una modalità di protezione (zincatura o verniciatura), dovrà individuare un idoneo ciclo di protezione superficiale che soddisfi ai suddetti
requisiti.

Nel caso di impiego di acciai con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica secondo UNI EN 10025-5,

dovrà essere valutato se le condizioni ambientali di impiego richiedono l'adozione di un trattamento protettivo superficiale.
La descrizione del ciclo di trattamento superficiale adottato con l'evidenza della sua rispondenza ai requisiti di cui sopra, nonché il piano di manutenzione ad esso associato, dovranno essere riportati in un apposito documento, da consegnare al Committente e al Direttore dei Lavori.
Le condizioni ambientali dell'opera devono essere caratterizzate mediante la classe di corrosività, che può essere determinata, in conformità alla UNI EN ISO 12944-2, con i criteri della tabella 17.1.1 (verniciatura), e in conformità alla UNI EN ISO 14713-1, con i criteri di tabella 17.1.2 (zincatura).

18. Gestione della qualità
18.1 Documentazione relativa alla qualità

L'Appaltatore deve mantenere e predisporre un sistema di gestione della qualità per assicurare che le procedure di progetto, di realizzazione dei dettagli costruttivi, di acquisto, di fabbricazione, di messa in opera e di predisposizione dei trattamenti protettivi per i componenti strutturali e per l'intera struttura, possano dar luogo ad un prodotto conforme ai requisiti di questo CT e della UNI EN 1090-2 in funzione della classe di esecuzione scelta.
L'Appaltatore deve predisporre e mantenere, per le strutture in classe di esecuzione EXC2-3-4, tutta la documentazione d'obbligo richiamata al §11.3 delle NTC, e comunque la seguente documentazione:
- Organigramma della società con individuazione dei ruoli di responsabilità relativi alle attività di produzione;
- Procedure ed istruzioni operative da applicare nelle lavorazioni (WPS-Welding Procedure Specifications, Procedura d'Ispezione per mezzo di Liquidi Penetranti, Procedura di Controllo delle Unioni Bullonate, Procedura per il Ripristino delle Verniciature, etc.);
- Piano specifico di controlli sulle lavorazioni (Piano di Controllo della Qualità, Piano della Saldatura, Welding Book);
- Documentazione per garantire la rintracciabilità (Ove richiesta);
- Documentazione di Controllo produzione in fabbrica (FPC);
- Dichiarazione di prestazione (DOP) e marcatura CE delle componenti;
- Procedura per la gestione delle modifiche in corso d'opera;
- Procedura per la gestione delle non conformità.
18.2 Piano della qualità
L'Appaltatore deve predisporre e mantenere un adeguato Piano della Qualità per l'esecuzione delle sue attività. Esso deve contenere informazioni riguardo:
- Organigramma della società con individuazione dei ruoli di responsabilità relativi alle attività di produzione;
- Organizzazione della attività di controllo della produzione, con individuazione dei controlli da eseguire, individuazione delle responsabilità per le varie attività, e modalità di archiviazione e di consultazione dei risultati dei controlli;
- Individuazione della documentazione disponibile relativa alla qualità di cui al §18.1.

Normativa applicabile

Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Febbraio 2018)
Circolare n. 617 del 02.02.2009 Istruzioni per l'applicazione del D.M. 14.01.2008
UNI EN 1090-1 Esecuzione di strutture in acciaio ed alluminio – Parte 1: Requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali
UNI EN 1090-2 Esecuzione di strutture in acciaio ed alluminio – Parte 2: Requisiti tecnici per strutture in acciaio
UNI EN 10025 Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali
UNI EN 1993-1-1 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
UNI EN 1993-1-1 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
UNI EN 1993-1-8 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti.
UNI EN 10020 Definizione e classificazione dei tipi di acciaio.
UNI EN 10027-1 Sistemi di designazione degli acciai. Designazione alfanumerica, simboli principali. UX94 – Guida al Capitolato tipo per le strutture metalliche
UNI EN 10027-2 Sistemi di designazione degli acciai. Designazione numerica.
UNI 5397 Prodotti finiti di acciaio laminati a caldo. Travi HE ad ali larghe parallele.Dimensioni e tolleranze.
UNI 5398 Prodotti finiti di acciaio laminati a caldo. Travi IPE ad ali strette parallele. Dimensioni e tolleranze.
UNI 5679 Prodotti finiti di acciaio laminati a caldo. Travi IPN. Dimensioni e tolleranze.
UNI EU 54 Piccoli profilati di acciaio a U laminati a caldo
UNI EN 10034 . Travi ad I e ad H di acciaio per impieghi strutturali. Tolleranze dimensionali e di forma

UNI EN 10279 Profilati a U di acciaio laminati a caldo - Tolleranze sulla forma, sulle dimensioni e sulla massa
UNI EN 10279 Profilati a U di acciaio laminati a caldo - Tolleranze sulla forma, sulle dimensioni e sulla massa
UNI EN 10056-1 Angolari ad ali uguali e disuguali di acciaio per impieghi strutturali – Dimensioni
UNI EN 10056-2 Angolari ad ali uguali e disuguali di acciaio per impieghi strutturali. Tolleranze dimensionali e di forma.
UNI EN 10055 Profilati a T ad ali uguali e a spigoli arrotondati di acciaio, laminati a caldo- Dimensioni e tolleranze dimensionali e di forma.
UNI EN 10029 Lamiere di acciaio laminate a caldo, di spessore = o > di 3 mm. Tolleranze dimensionali, di forma e sulla massa
UNI EN 10017 Vergella di acciaio destinata alla trafilatura e/o alla laminazione a freddo - Dimensioni e tolleranze. UNI EN 10048 Nastri stretti di acciaio laminati a caldo - Tolleranze sulle dimensioni e sulla forma
UNI EN 10051 Lamiere e nastri laminati a caldo in continuo, non rivestiti, di acciai non legati e legati - Tolleranze dimensionali e di forma.
UNI EN 10058 Barre di acciaio piane laminate a caldo per impieghi generali - Dimensioni e tolleranze sulla forma e sulle dimensioni
UNI EN 10059 Barre di acciaio quadre laminate a caldo per impieghi generali - Dimensioni e tolleranze sulla forma e sulle dimensioni.
UNI EN 10060 Barre di acciaio tonde laminate a caldo per impieghi generali - Dimensioni e tolleranze sulla forma e sulle dimensioni
UNI EN 10061 Barre di acciaio esagone laminate a caldo per impieghi generali - Dimensioni e tolleranze sulla forma e sulle dimensioni.
UNI EN 10031 Prodotti semilavorati per forgiatura - Tolleranze sulle dimensioni sulla forma e sulla massa.
UNI EN 10140 Nastri stretti di acciaio laminati a freddo - Tolleranze sulle dimensioni e sulla forma
UNI EN 10143:2006 Lamiere sottili e nastri di acciaio con rivestimento applicato per immersione a caldo in continuo - Tolleranze sulla dimensione e sulla forma.
UNI EN 10149-1:1997 Prodotti piani laminati a caldo di acciai ad alto limite di snervamento per formatura a freddo. Condizioni generali di fornitura.
UNI EN 10149-2:1997 Prodotti piani laminati a caldo di acciai ad alto limite di snervamento per formatura a freddo. Condizioni di fornitura degli acciai ottenuti mediante laminazione termomeccanica.
UNI EN 10149-3:1997 Prodotti piani laminati a caldo di acciai ad alto limite di snervamento per formatura a freddo. Condizioni di fornitura degli acciai normalizzati o laminati normalizzati.
UNI EN 10169-1:2007 Prodotti piani di acciaio rivestiti in continuo con materiale organico (nastri larghi rivestiti) - Parte 1: Informazioni generali (definizioni, materiali, tolleranze, metodi di prova).
UNI EN 10169-2:2007 Prodotti piani di acciaio rivestiti in continuo con materiale organico (nastri rivestiti) - Parte 2: Prodotti per applicazioni esterne negli edifici.
UNI EN 10169-3:2007 Prodotti piani di acciaio rivestiti in continuo con materiale organico (nastri larghi rivestiti) - Parte 3: Prodotti per applicazioni interne negli edifici
UNI EN 10210-1:2006 Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali - Parte 1: Condizioni tecniche di fornitura.
UNI EN 10210-2:2006 Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali - Parte 2: Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo.
UNI EN 10219-1:2006 Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate - Parte
1: Condizioni tecniche di fornitura.
UNI EN 10219-2:2006 Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate - Parte
2: Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo
UNI EN 10268:2006 Prodotti piani laminati a freddo di acciaio ad alto limite di snervamento per formatura a freddo
- Condizioni tecniche di fornitura.
ISO 4997:2007 Cold-reduced carbon steel sheet of structural quality.
UNI EN 10346:2009 Prodotti piani di acciaio rivestiti per immersione a caldo in continuo - Condizioni tecniche di fornitura.
UNI EN ISO 898-1:2009 Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio - Parte 1: Viti e viti prigioniere con classi di resistenza specificate - Filettature a passo grosso e a passo fine.
UNI EN 14782:2006 Lastre metalliche autoportanti per coperture, rivestimenti esterni e interni - Specifica di prodotto e requisiti
UNI EN 508-1:2008 Prodotti di lastre metalliche per coperture - Specifiche per prodotti autoportanti in lastre di acciaio, alluminio o acciaio inossidabile - Parte 1: Acciaio
UNI EN 15048-1:2007 Bulloneria strutturale non a serraggio controllato - Parte 1: Requisiti generali. UNI EN ISO 4014:2003 Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato - Categorie A e B

UNI EN ISO 4016:2002 Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato - Categoria C
UNI EN ISO 4017:2002 Viti a testa esagonale con gambo interamente filettato - Categorie A e B UNI EN ISO 4018:2002 Viti a testa esagonale con gambo interamente filettato - Categoria C
UNI EN 20898-2:1994 Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Dadi con carichi di prova determinati. Filettatura a passo grosso.
UNI EN ISO 6507-1:2006 Materiali metallici - Prova di durezza Vickers - Parte 1: Metodo di prova.
UNI EN 14399-1:2005 Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 1: Requisiti generali. UNI EN 14399-3:2005 Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato Parte 3: Sistema HR - Assieme vite e dado esagonali.
UNI EN 14399-4:2005 Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 4: Sistema HV - Assieme vite e dado esagonali.
UNI EN 14399-5:2005 Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 5: Rondelle piane. UNI EN 14399-6:2005 Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 6: Rondelle piane
smussate.
UNI EN 14399-10:2009 Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 10: Sistema HRC - Assiemi vite e dado con serraggio calibrato
UNI EN ISO 10684:2005 Elementi di collegamento - Rivestimenti di zinco per immersione a caldo
UNI EN ISO 4042 Elementi di collegamento – rivestimenti elettrolitici
UNI EN ISO 13918:2009 Saldatura - Prigionieri e ferrule ceramiche per la saldatura ad arco dei prigionieri.
UNI EN 10204:2005 Prodotti metallici - Tipi di documenti di controllo.
UNI EN ISO 9013 Taglio termico - Classificazione dei tagli termici - Specificazione geometrica del prodotto e tolleranze relative alla qualità.
UNI EN ISO 3834-1:2006 Requisiti di qualità per la saldatura per fusione dei materiali metallici - Parte 1: Criteri per la scelta del livello appropriato dei requisiti di qualità.
UNI EN ISO 3834-2:2006 Requisiti di qualità per la saldatura per fusione dei materiali metallici -Parte 2: Requisiti di qualità estesi
UNI EN ISO 3834-3:2006 Requisiti di qualità per la saldatura per fusione dei materiali metallici -Parte 3: Requisiti di qualità normali.
UNI EN ISO 3834-4:2006 Requisiti di qualità per la saldatura per fusione dei materiali metallici - Parte 3: Requisiti di qualità normali.
UNI EN ISO 3834-5:2006 Requisiti di qualità per la saldatura per fusione dei materiali metallici - Parte 5: Documenti ai quali è necessario conformarsi per poter dichiarare la conformità ai requisiti di qualità di cui alle parti
2, 3 o 4 della ISO 3834.
UNI EN ISO 15609-1/5 Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Specificazione della procedura di saldatura.
UNI EN ISO 15613:2005 Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Qualificazione sulla base di prove di saldatura di preproduzione
UNI EN ISO 15614-1:2008 Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Prove di qualificazione della procedura di saldatura - Parte 1: Saldatura ad arco e a gas degli acciai e saldatura ad arco del nichel e leghe di nichel.
UNI EN ISO 9606-1 Prove di qualificazione dei saldatori - Saldatura per fusione - Parte 1:Acciai
UNI EN ISO 14732 Personale di saldatura - Prove di qualificazione degli operatori di saldatura e dei preparatori di saldatura per la saldatura completamente meccanizzata ed automatica di materiali metallici.
UNI EN ISO 9692-1:2005 Saldatura e procedimenti connessi - Raccomandazioni per la preparazione dei giunti - Parte 1: Saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti, saldatura ad arco con elettrodo fusibile sotto protezione di gas, saldatura a gas, saldatura TIG e saldatura mediante fascio degli acciai.
UNI EN ISO 9692-2:2001 Saldatura e procedimenti connessi - Preparazione dei giunti - Saldatura ad arco sommerso degli acciai.
UNI EN ISO 17637:2011 Controllo non distruttivo delle saldature - Esame visivo di giunti saldati per fusione.
UNI EN 1714:2005 Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati
UNI EN ISO 17638:2010 Controllo non distruttivo delle saldature – Controllo con particelle magnetiche.
UNI EN 1291:2006 Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo magnetoscopico con particelle magnetiche delle saldature - Livelli di accettabilità.
UNI EN ISO 6789:2004 Attrezzi di manovra per viti e dadi - Attrezzi dinamometrici a mano - Requisiti e metodi di prova per verificare la rispondenza al progetto, la conformità alla qualità e la procedura per la ricalibrazione.
UNI EN ISO 3452-1:2013 Prove non distruttive - Esame con liquidi penetranti - Parte 1: Principi generali.
UNI EN 1289:2006 Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo delle saldature mediante liquidi penetranti - Livelli di accettabilità.

UNI EN 473:2008-11 Prove non distruttive - Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive - Principi generali.
UNI EN ISO 17640:2011 Controllo non distruttivo delle saldature – Controllo mediante ultrasuoni - Tecniche di con trollo, livelli di prova e valutazione.
UNI EN ISO 23279:2010 Controllo non distruttivo delle saldature – Controllo mediante ultrasuoni - Caratterizzazione delle indicazioni nelle saldature.
UNI EN ISO 17636-1:2013 Prove non distruttive delle saldature - Controllo radiografico - Parte 1:Tecniche a raggi
-X e gamma mediante pellicola.
UNI EN ISO 17636-2:2013 Prove non distruttive delle saldature – Control lo radiografico - Parte 2: Tecniche a raggi -X e gamma con rivelatore digitale.
UNI EN ISO 5817:2008 Saldatura - Giunti saldati per fusione di acciaio, nichel, titanio e loro leghe (esclusa la saldatura a fascio di energia) - Livelli di qualità delle imperfezioni.
UNI EN ISO 17635:2010 Controllo non distruttivo delle saldature - Regole generali per i materiali metallici.
UNI EN 10160 Controllo con ultrasuoni di prodotti piani di acciaio con spessore maggiore o uguale a 6 mm (metodo per riflessione)
UNI UN ISO 12944-1 Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura – Introduzione generale.
UNI UN ISO 12944-2 Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura – Classificazione degli ambienti.
UNI UN ISO 12944-3 Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura – Considerazioni sulla progettazione.
UNI UN ISO 12944-4 Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura – Tipi di superficie e loro preparazione.
UNI UN ISO 12944-5 Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura – Sistemi di verniciatura protettiva.
UNI UN ISO 12944-6 Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura – Prove di laboratorio per le prestazioni.
UNI UN ISO 12944-7 Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura – Esecuzione e sorveglianza dei lavori di verniciatura.
UNI EN ISO 1461:2009 Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio - Specificazioni e metodi di prova.
UNI EN ISO 14713-1 Rivestimenti di zinco - Linee guida e raccomandazioni per la protezione contro la corrosione di strutture di acciaio e di materiali ferrosi - Parte 1: Principi generali di progettazione e di resistenza alla corrosione.
UNI EN ISO 14713-2 Rivestimenti di zinco - Linee guida e raccomandazioni per la protezione contro la corrosione di strutture di acciaio e di materiali ferrosi - Parte 2: Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo. UNI EN ISO 8501-2 Preparazione delle superfici di acciaio prima dell'applicazione di pitture e prodotti affini - Valutazione visiva del grado di pulitura della Parte 2: Gradi di preparazione di superfici di acciaio già rivestite dopo rimozione locale dei rivestimenti precedenti
UNI EN ISO 8501-3 Preparazione di substrati di acciaio prima dell’applicazione di pitture e prodotti correlati - Valutazione visiva del grado di pulitura della superficie - Parte 3: Gradi di preparazione di saldature, bordi e altre aree con imperfezioni superficiali
UNI EN ISO 8501-4 Preparazione dei substrati di acciaio prima dell’applicazione di pitture e prodotti correlati - Valutazione visiva del grado di pulitura della superficie - Parte 4: Condizioni della su perficie, gradi di preparazione e gradi di ruggine immediata in seguito a spruzzatura di acqua ad alta pressione
UNI EN ISO 8503-1 Preparazione di supporti di acciaio prima dell’applicazione di prodotti vernicianti e prodotti simili - Caratteristiche di rugosità superficiale di supporti di acciaio puliti mediante sabbiatura - Parte 1: Requisiti e definizioni relative a campioni di comparazione visottatile ISO per la valutazione delle superfici sabbiate dopo il trattamento abrasivo
UNI EN ISO 8503-2 Preparazione di supporti di acciaio prima dell’applicazione di prodotti vernicianti e prodotti simili - Caratteristiche di rugosità superficiale di supporti di acciaio puliti mediante sabbiatura - Parte 2: Metodo per classificare il profilo della superficie di acciaio che è stata trattata mediante sabbiatura - Procedimento di confronto
UNI EN ISO 8503-3 Preparazione di supporti di acciaio prima dell’applicazione di prodotti vernicianti e prodotti simili - Caratteristiche di rugosità superficiale di supporti di acciaio puliti mediante sabbiatura - Parte 3: Metodo per la taratura dei campioni di comparazione visottatile ISO e per la determinazione del profilo della superficie - Procedimento al microscopio ottico
UNI EN ISO 8503-4 Preparazione di supporti di acciaio prima dell’applicazione di prodotti vernicianti e prodotti simili - Caratteristiche di rugosità superficiale di supporti di acciaio puliti mediante sabbiatura - Parte 4: Metodo per la taratura dei campioni di comparazione visotattile ISO e per la determinazione del profilo della superficie

- Procedimento con strumento a stilo
ISO 19840 Paints and varnishes -- Corrosion protection of steel structures by protective paint systems -- Measurement of, and acceptance criteria for, the thickness of dry films on rough surfaces

3.0 RETI IN ADERENZA

Le reti paramassi sono strutture elastiche di rivestimento di pareti in roccia, utilizzate per il contenimento di blocchi di limitate dimensioni.
Oltre ad impedire il distacco di blocchi di roccia dalla parete, le reti paramassi devono assolvere la funzione di guidare la caduta dei blocchi verso fosse di raccolta, impedendone pericolosi rimbalzi.
La loro installazione deve creare nel tempo condizioni favorevoli allo sviluppo vegetazionale (riducendo la velocità di ruscellamento delle acque senza alterare la capacità di infiltrazione del pendio), consolidando ulteriormente il versante. Il ripristino della vegetazione può essere favorito anche artificialmente tramite il ricorso all'idrosemina o ad altre tecniche di rinverdimento.
Le reti paramassi saranno realizzate con fili d'acciaio zincato o in lega di zinco-alluminio disposti in maniera tale da formare una struttura a doppia torsione con maglie posizionate a contatto diretto con la parete rocciosa e ancorate tramite bulloni, chiodi o barre cementate. Dopo essere stata ancorata nella parte sommitale della parete, la rete verrà stesa sul versante e fissata, sia al piede che in posizione intermedia, tramite ancoraggi meccanici e inoltre potrà essere armata o rinforzata con funi in acciaio disposte verticalmente e/o in modo obliquo.
Nella realizzazione di questi sistemi di protezione, sia l'Appaltatore che la Direzione lavori dovranno considerare attentamente i seguenti fattori:
il grado di fratturazione dell'ammasso roccioso e la localizzazione delle zone più idonee per il posizionamento degli ancoraggi;
la valutazione delle dimensioni dei blocchi per la scelta della maglia più idonea della rete (oltre al trattenimento dei blocchi di dimensioni medie e massime, deve essere evitato che i blocchi di dimensioni minori passino attraverso le maglie della rete);
il disgaggio o l'ancoraggio di quelle masse rocciose il cui crollo possa compromettere l'efficacia della rete (blocchi di dimensioni superiori alla capacità di trattenimento della rete);
la realizzazione di un fossato di raccolta dei blocchi alla base.
Prima della posa in opera della rete sarà necessario ripulire la parete dalle masse disancorate ed eventualmente rimodellare il versante: la pendenza del versante dovrà essere abbastanza uniforme per far sì che la rete risulti sempre a contatto con il pendio.
Gli ancoraggi al piede della rete dovranno essere realizzati in maniera tale da consentirne lo svuotamento.
Caratteristiche prestazionali della rete :
Rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale, tessuta con trafilato di ferro conforme alle UNI-EN 10223-3 per le caratteristiche meccaniche e UNI-EN 10218 per le tolleranze sui diametri, galvanizzato con lega di Zinco-Alluminio (ZN.AL 5%) conforme alla UNI-EN 10244 - Classe A con quantitativo minimo stabilito in funzione del diametro del filo stesso. I teli di rete saranno posati lungo le linee di massima pendenza e collegati utilizzando per le cuciture un filo di caratteristiche pari a quelle della rete medesima, diametro pari a 2,20 mm e quantitativo di galvanizzazione sul filo non inferiore a 230 g/m2. Lo schema applicativo prevede una fune in trefoli d'acciaio, alla sommità e al piede, del diametro di mm 12 fissata al pendio tramite ancoraggi di lunghezza pari a 3,00 m, costituiti da barre in acciaio del diametro minimo di 24 mm e comprensive di idoneo golfaro passacavo zincato o dadi di serraggio e piastra di ripartizione, poste in opera ad interasse verticale di 6,00 m e orizzontale di 3,00 m. Nel prezzo è inclusa l'armatura del rivestimento tramite funi d'acciaio da 12 mm disposte tra gli ancoraggi a formare delle maglie romboidali.
Le barre di ancoraggio sono solidarizzate in foro tramite iniezioni di boiacca di cemento additivato con prodotti antiritiro. Perforazione eseguita con perforatrice a rotopercussione di profondità pari a quella degli ancoraggi e diametro non inferiore a mm 36.

4.0 BRIGLIE APERTE

Le briglie aperte rappresentano l'evoluzione storica delle briglie di ritenzione (che fanno parte delle categoria delle briglie chiuse), e sono pensate in modo da eliminare o, perlomeno, mitigare gli inconvenienti che queste ultime presentano (in particolar modo l'impossibilita di modulare il trattenimento del materiale solido, con conseguenze negative sulla conservazione dei litorali e sulle capacità erosive della corrente nei tratti di valle).
Si tratte di una briglia in calcestruzzo nella cui parte centrale è presente un'apertura, presidiata o meno da griglia o da barre in acciaio; lo scopo dell'apertura è quello di trattenere parte della portata solida sia per effetto idrodinamico (induzione di un profilo di rigurgito a monte dell'apertura), sia per effetto meccanico.
Le briglie aperte si possono suddividere in questo modo:
· briglie a fessura
· briglie a finestra

· briglie a pettine
· briglie a funi
· briglie a speroni
Ciascuna di queste tipologie può essere integrata con un elemento filtrante costituito, di norma, da barre in acciaio disposte orizzontalmente, verticalmente od a formare una maglia.
A monte della briglia aperta può essere presente una zona d'alveo con sezione trasversale allargata, in modo da avere a disposizione volumi sufficienti per il materiale trattenuto. Tali zone sono dette piazze di deposito.

Briglie a pettine
In questo tipo di opere il corpo della briglia è completamente scomparso e viene sostituito da elementi tubolari o putrelle in acciaio, verticali, incastrati nella fondazione in calcestruzzo.
Sono utilizzate con lo scopo principale di trattenere materiale vegetale di grandi dimensioni e devono ovviamente essere mantenute pulite, pena il decadimento della funzionalità.
I singoli elementi di queste strutture possono essere soggetti a momenti flettenti molto elevati, considerando che la briglia si può riempire completamente e che mancano elementi orizzontali in grado di assorbire parte della spinta. Per tale ragione questo tipo di struttura è poco adatto nel caso in cui si preveda che possano essere interessate dall'impatto di colate detritiche.

- NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI -

1.0. MISURAZIONE DEI LAVORI

Resta stabilito, innanzitutto, che l'Appaltatore ha l'onere contrattuale di predisporre in dettaglio tutti i disegni contabili delle opere realizzate e delle lavorazioni eseguite con l'indicazione (quote, prospetti e quant'altro necessario) delle quantità, parziali e totali, nonché con l'indicazione delle relative operazioni aritmetiche e degli sviluppi algebrici necessari alla individuazione delle quantità medesime, di ogni singola categoria di lavoro attinente l'opera o la lavorazione interessata.

Detti disegni contabili, da predisporre su supporto magnetico e da tradurre, in almeno duplice copia su idoneo supporto cartaceo, saranno obbligatoriamente consegnati tempestivamente alla Direzione Lavori per il necessario e preventivo controllo e verifica da effettuare sulla base delle misurazioni, effettuate in contraddittorio con l'Appaltatore, durante l'esecuzione dei lavori.

Tale documentazione contabile è indispensabile per la predisposizione degli Stati di Avanzamento Lavori e per l'emissione delle relative rate di acconto, secondo quanto stabilito in merito per i pagamenti.

2.0. SCAVI E RILEVATI

La misurazione degli scavi e dei rilevati, per determinare la percentuale dei lavori a corpo eseguiti, verrà effettuata con il metodo delle sezioni ragguagliate e saranno compensati a corpo in base alla percentuale corrispondente nella tabella di cui all'art.2 delle Capitolato Speciale d'appalto – Norme Generali.
All'atto della consegna dei lavori, l'Appaltatore eseguirà in contraddittorio con la Direzione dei Lavori, il controllo delle quote delle sezioni trasversali e la verifica delle distanze fra le sezioni stesse. In base a tali rilievi, ed a quelli da praticarsi ad opere finite od a parti di esse, purchè finite, con riferimento alle sagome delle sezioni tipo ed alle quote di progetto, sarà determinato il volume degli scavi e dei rilevati eseguiti per la sede stradale. Analogamente si procederà per le altre opere fuori della medesima sede. Resta inteso che, sia in trincea che in rilevato, la sagoma rossa delimitante le aree di scavo o di riporto è quella che segue il piano di banchina, il fondo cassonetto, sia della banchina di sosta che della carreggiata, e dell'eventuale spartitraffico, come risulta dalla sezione tipo.

3.0. TELO GEOTESSILE PER STRATO ANTICONTAMINANTE, RINFORZO E DRENAGGI

Il telo <<geotessile>> adoperato come strato anticontaminante, rinforzo, armatura o drenaggio, sarà pagato a corpo in base alla percentuale corrispondente nella tabella di cui all'art.2 delle Capitolato Speciale d'appalto – Norme Generali, nel prezzo di Elenco è compreso e compensato ogni onere per la fornitura, posa in opera, sfridi, sovrapposizioni, saldature.

4.0. SCARIFICA DELLA PAVIMENTAZIONE BITUMINOSA

Nel prezzo della scarifica della pavimentazione stradale sono comprese le opere provvisionali per la deviazione del traffico e la rimozione di eventuali griglie e chiusini.
La scarifica verrà anch'essa compensata a corpo in base alla percentuale corrispondente nella tabella di cui all'art.2 delle Capitolato Speciale d'appalto – Norme Generali.

5.0. DEMOLIZIONE DI SOVRASTRUTTURA STRADALE

La demolizione della sovrastruttura stradale verrà compensata a corpo in base alla percentuale corrispondente nella tabella di cui all'art.2 delle Capitolato Speciale d'appalto – Norme Generali.
Con il prezzo di Elenco vengono compensati tutti gli oneri relativi alla demolizione od al taglio della sovrastruttura stradale esistente, per qualunque profondità e con qualunque mezzo anche in presenza di traffico, nonché l'onere del recupero e la raccolta in cumuli del materiale di risulta utilizzabile ed il trasporto a rifiuto con qualsiasi mezzo ed a qualunque distanza dei materiali non utilizzabili.

6.0. MALTE CEMENTIZIE

Le malte cementizie saranno compensate a corpo in base alla percentuale corrispondente nella tabella di cui all'art.2 delle Capitolato Speciale d'appalto – Norme Generali.

7.0. CONGLOMERATI CEMENTIZI

Tutte le murature ed i conglomerati cementizi, semplici o armati, saranno compensate a corpo in base alla percentuale corrispondente nella tabella di cui all'art.2 delle Capitolato Speciale d'appalto – Norme Generali.
Saranno valutati e pagati con le relative percentuali a corpo i vari tipi di conglomerato cementizio armato esclusivamente in base al valore della resistenza caratteristica, prescritta secondo il progetto od ordinata per iscritto dalla Direzione Lavori.
Nel caso che dalle prove di rottura risultasse, per un conglomerato cementizio, un valore della resistenza caratteristica inferiore a quello richiesto, dopo l'accertamento che tale valore soddisfa ancora alle condizioni statiche dell'opera, si provvederà all'applicazione del prezzo di Elenco corrispondente al valore della resistenza caratteristica riscontrato.
Nel caso, invece, che dalle prove di rottura risulti una resistenza caratteristica superiore a quella prescritta secondo progetto od ordinata per iscritto dalla Direzione Lavori, non si darà luogo ad alcuna maggiorazione del prezzo unitario stabilito in Elenco.
Nei relativi prezzi di Elenco sono compresi in particolare:
- la fornitura a piè d'opera di tutti i materiali necessari (inerti, leganti, acqua, ecc.), la mano d'opera, i ponteggi, le armature di sostegno dei casseri per il getto in elevazione di strutture a sviluppo prevalentemente verticale (muri, pilastri, ecc.), attrezzature e macchinari per la confezione, la posa in opera, la vibrazione dei calcestruzzi e quanto altro occorra per dare il lavoro finito e completo a regola d'arte.
Nelle opere in cui venissero richiesti giunti di dilatazione o contrazione o giunti speciali aperti a cuneo, secondo i tipi approvati dalla Direzione dei Lavori, il relativo onere, compreso quello di eventuali casseforme, si intende compreso nel prezzo di Elenco per le murature in genere e conglomerati.
Per l'impiego di eventuali additivi nei conglomerati cementizi e nelle malte per murature espressamente previsto in progetto per particolari esigenze, sarà corrisposto solo il costo di detti materiali.
In ogni altro caso, tale impiego sarà consentito ma a totale carico dell'Appaltatore, previo benestare della Direzione Lavori.

8.0. CASSEFORME, ARMATURE E CENTINATURE

Casseforme, armature di sostegno e centinature saranno compensati a parte, solo per quanto sia esplicitamente indicato nelle voci di Elenco Prezzi.

In particolare le casseforme saranno compensate a corpo in base alla percentuale corrispondente nella tabella di cui all'art.2 delle Capitolato Speciale d'appalto – Norme Generali.

9.0. ACCIAIO PER STRUTTURE IN C.A.

Il peso dell'acciaio tondo per l'armatura del calcestruzzo sia esso del tipo Fe430C o speciale ad alto limite elastico, verrà determinato mediante il peso teorico corrispondente ai vari diametri effettivamente prescritti, trascurando le quantità superiori alle prescrizioni, le legature, gli eventuali distanziatori e le sovrapposizioni per le giunte non previste nei disegni esecutivi di progetto o non necessarie intendendosi come tali anche quelle che collegano barre di lunghezza inferiore a quella commerciale.

Il peso del ferro in ogni caso verrà determinato con mezzi analitici ordinari, misurando cioè lo sviluppo lineare effettivo di ogni barra (seguendo le sagomature e uncinature) e moltiplicando per il peso unitario determinato in base alle dimensioni nominali ed al peso specifico 7,85 Kg/dm^3 indicato nel D.M. 14 febbraio 1992.
Il peso dell'acciaio per strutture in cemento armato precompresso con il sistema a fili aderenti sarà determinato moltiplicando lo sviluppo dei fili, compreso tra le facce esterne delle testate della struttura, per il peso dei fili, determinato sulla unità di misura.
Il tondino sarà fornito e dato in opera nelle casseforme, dopo aver subito tutte le piegature, sagomature e legature ordinate dalla Direzione dei Lavori PROVINCIA, curando che la posizione dei ferri coincida rigorosamente con quella fissata nei disegni esecutivi.
Anche l'acciaio per strutture in c.a. verrà compensato a corpo in base alla percentuale corrispondente nella tabella di cui all'art.2 delle Capitolato Speciale d'appalto – Norme Generali

10.0. MANUFATTI IN ACCIAIO

I manufatti in acciaio, in profilati comuni o speciali, od in getti di fusione, saranno pagati, a corpo in base alla percentuale corrispondente nella tabella di cui all'art.2 delle Capitolato Speciale d'appalto – Norme Generali.

Tali prezzi si intendono comprensivi della fornitura dei materiali, lavorazione secondo i disegni, posa e fissaggio in opera, verniciatura ed ogni altro onere per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte.
Per i manufatti in acciaio, in genere, potrà essere corrisposto in contabilità un acconto pari al 50% dell'opera finita, quando il materiale per l'esecuzione del manufatto sia giunto in cantiere (a piè d'opera), già verificato tecnologicamente e dimensionalmente (pesatura compresa) dalla Direzione dei Lavori.
Il peso dei manufatti verrà determinato prima della posa in opera mediante pesatura da verbalizzare in contraddittorio.

11.0. SOVRASTRUTTURA STRADALE
(strati di fondazione, di base, di collegamento e di usura)

Lo strato di fondazione in misto granulare stabilizzato, lo strato di base (tout-venant), di collegamento (binder) e di quello di usura, saranno compensati a corpo in base alle rispettive percentuali corrispondenti nella tabella di cui all'art.2 delle Capitolato Speciale d'appalto – Norme Generali

12.0. TUBAZIONI IN CALCESTRUZZO, P.V.C E POLIETILENE

I tubi di cemento, in p.v.c ed in polietilene. per la formazione di tombini tubolari, passacavi sottoservizi e linea idrica, saranno compensati a corpo in base alle rispettive percentuali corrispondenti nella tabella di cui all'art.2 delle Capitolato Speciale d'appalto – Norme Generali, il prezzo di Elenco comprende la fornitura e posa in opera dei tubi e la sigillatura dei giunti.
Il calcestruzzo costituente il massetto di fondazione, il rinfianco e la cappa verrà compensato a parte.

13.0. POZZETTI IN C.A. GETTATI O PREFABBRICATI ISPEZIONABILI CARRABILI E DI SEZIONAMENTO CAVIDOTTI

I pozzetti in c.a. gettati o prefabbricati ispezionabili carrabili e di sezionamento cavidotti saranno compensati a corpo in base alle rispettive percentuali corrispondenti nella tabella di cui all'art.2 delle Capitolato Speciale d'appalto – Norme Generali.

14.0. CHIUSINI E GRIGLIE IN GHISA SFEROIDALE

I chiusini e le griglie in ghisa sferoidale saranno compensati a corpo in base alle rispettive percentuali corrispondenti nella tabella di cui all'art.2 delle Capitolato Speciale d'appalto – Norme Generali, il prezzo di elenco comprende sia la fornitura che la posa in opera con tutte la opere accessorie e di finitura necessarie.

15.0. SARACINESCHE IN GHISA SFEROIDALE

Le saracinesche in ghisa sferoidale saranno compensate a corpo in base alla percentuale corrispondente nella tabella di cui all'art.2 delle Capitolato Speciale d'appalto – Norme Generali.

16.0. BARRIERE DI SICUREZZA IN ACCIAIO

Le barriere, rette o curve, saranno compensate a corpo in base alla percentuale corrispondente nella tabella di cui all'art.2 delle Capitolato Speciale d'appalto – Norme Generali.

Resta stabilito che nelle voci di Elenco Prezzi sono compresi e compensati i pezzi speciali in rettilineo, in curva, terminali, eventuali blocchi di fondazione in calcestruzzo, ed in particolare, per i parapetti o le barriere ricadenti sulle opere d'arte, anche l'onere della formazione dei fori nelle varie opere d'arte e del fissaggio dei sostegni con eventuale malta cementizia.

Nelle voci di Elenco Prezzi deve intendersi sempre compreso e compensato anche l'onere della interposizione di idonei elementi distanziatori fra la fascia ed il sostengo, nonché quello della fornitura e posa in opera dei dispositivi rifrangenti.

17.0. SEGNALETICA VERTICALE, ORIZZONTALE E COMPLEMENTARE

Le quantità dei lavori e delle forniture saranno determinate a corpo in base alla percentuale corrispondente nella tabella di cui all'art.2 delle Capitolato Speciale d'appalto – Norme Generali.
I lavori saranno liquidati in base alle misure di controllo, rilevate dagli incaricati.
Nel caso che dalle misure di controllo risultassero dimensioni minori di quelle prescritte, sarà in facoltà insindacabile della Direzione dei Lavori ordinare la rimozione delle opere e la loro ricostruzione a cura e spese dell'Appaltatore.

Nel caso le minori dimensioni accertate fossero compatibili ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori con la funzionalità e la stabilità delle opere, queste potranno essere accettate e pagate in base alle quantità effettivamente eseguite.
Resta sempre salva, in ogni caso, la possibilità di verifica e di rettifica in occasione della visita per la redazione del certificato di regolare esecuzione.

18.0. SEGNALETICA VERTICALE

Le dimensioni dei cartelli devono essere in ogni caso conformi a quanto prescritto dai regolamenti vigenti.
Nel caso di fornitura non regolamentare, questa non sarà accreditata e l'Appaltatore è obbligato a sostituirla con altra regolamentare.
La valutazione dei sostegni sarà effettuata a numero metrolineare o a peso secondo quanto indicato nei singoli articoli di elenco.
L'Appaltatore dovrà garantire la perfetta conservazione della segnaletica verticale, sia con riferimento alla sua costruzione, sia in relazione ai materiali utilizzati, per tutto il periodo di vita utile, secondo quanto specificato ai punti 2.1. e 2.2. del Disciplinare Tecnico sui livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti approvato con D.M. del Ministero dei LL.PP. del 23/06/90 e quanto di seguito prescritto:
1) Segnali in alluminio con pellicola retroriflettente:
a) A normale efficienza – Classe 1
Mantenimento dei valori fotometrici entro il 50% dei valori minimi prescritti dopo un periodo di 7 anni in condizioni di normale esposizione all'esterno.
b) Ad elevata efficienza – Classe 2
Mantenimento dei valori fotometrici entro l'80% dei valori minimi prescritti dopo un periodo di 10 anni in condizioni di normale esposizione verticale all'esterno.
2) Le coordinate colorimetriche dovranno essere comprese nelle zone specificate di ciascun colore per tutto il periodo di vita utile garantita per ciascun tipo di materiale retroriflettente sia esso colorato in fabbricazione che stampato in superficie .
3) Entro il periodo di vita utile garantita per ciascun tipo di materiale retroriflettente non si dovranno avere sulla faccia utile rotture, distacchi od altri inconvenienti della pellicola che possano pregiudicare la funzione segnale.
4) Le saldature ed ogni altro mezzo di giunzione fra il segnale ed i suoi elementi strutturali, attacchi e sostegni, dovranno mantenersi integri ed immuni da corrosione per tutto il periodo di vita utile garantita per ciascun tipo di materiale retroriflettente.
Saranno pertanto effettuate, a totale cura e spesa dell'Appaltatore, la sostituzione ed il ripristino integrale di tutte le forniture che abbiano a deteriorarsi, alterarsi o deformarsi per difetto dei materiali, di lavorazione e di costruzione, entro un periodo di:
7 anni dalla data di consegna del materiale per i segnali in pellicola a normale efficienza.- Classe 1
10 anni per i segnali in pellicola ad elevata efficienza – Classe 2

19.0 SEGNALETICA ORIZZONTALE

La valutazione della idoneità delle strisce longitudinali, delle zebrature, delle linee di arresto e simili, sarà effettuata e dovrà essere conforme a quanto prescritto nel presente Capitolato e dai relativi prezzi di elenco.