

COMUNE DI PALERMO

AREA GESTIONE DEL TERRITORIO

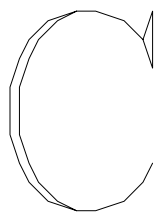
UFFICIO RETI E INFRASTRUTTURE

*Progetto per il completamento della via
Palinuro da via Galatea a via Mondello*



PROGETTO ESECUTIVO

TAVOLA:



OGGETTO:

Capitolato Speciale d'Appalto

DATA: Febbraio 2014

SCALA:

Il gruppo di progettazione:

Ing. R. Cairone (Coordinatore del gruppo)

Arch. G. Migliore, Esp. Geom. L. D'Agostino, Esp. Geom. N. Schiera

Il R.U.P.

Ing. M. Verga

Il Capo Area

Arch. V. Vadalà

**Lavori di completamento della via Palinuro
da via Galatea a via Mondello**

CUP: _

CIG: _____

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

articolo 53, comma 4, periodi primo e terzo, del decreto legislativo n. 163 del 2006
(articoli 43, commi da 3 a 6, 138, commi 1 e 2, e 184, del d.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207)

Contratto a corpo

Il Responsabile del Procedimento

Il progettista

INDICE

PARTE PRIMA	1
Norme Amministrative	1
CAPO 1. NATURA E OGGETTO DELL' APPALTO	2
Art. 1. Oggetto dell'appalto.....	2
Art. 2. Ammontare dell'appalto.....	4
Art. 3. Modalità di stipulazione del contratto.....	4
Art. 4. Categorie dei lavori.....	5
Art. 5. Categorie di lavorazioni omogenee, categorie contabili.....	5
CAPO 2 – DISCIPLINA CONTRATTUALE	7
Art. 6. Interpretazione del contratto e del capitolato speciale d'appalto.....	7
Discordanza negli atti di contratto – Prestazioni alternative	7
Art. 7. Documenti che fanno parte del contratto.....	7
Art. 8. Disposizioni particolari riguardanti l'appalto.....	8
Art. 9. Fallimento o gravi irregolarità dell'appaltatore.....	9
Art. 10. Rappresentante dell'appaltatore e domicilio; direttore di cantiere	9
Art. 11. Norme generali sui materiali, i componenti, i sistemi e l'esecuzione	11
Art. 12. Convenzioni in materia di valuta e termini.....	11
CAPO 3. TERMINI PER L'ESECUZIONE	12
Art. 13. Consegna e inizio dei lavori	12
Art. 14. Termini per l'ultimazione dei lavori	13
Art. 15. Proroghe.....	13
Art. 16. Sospensioni ordinate dal direttore dei lavori.....	14
Art. 17. Sospensioni ordinate dal R.U.P.....	15
Art. 18. Penali in caso di ritardo.....	15
Art. 19. Programma esecutivo dei lavori dell'appaltatore.....	16
Art. 20. Inderogabilità dei termini di esecuzione.....	17
Art. 21. Risoluzione del contratto per mancato rispetto dei termini	17
CAPO 4. CONTABILIZZAZIONE DEI LAVORI.....	19
Art. 22. Lavori a corpo	19
Art. 23. Eventuali lavori a misura.....	19
Art. 24. Eventuali lavori in economia.....	20
Art. 25. Materiali approvvigionati in cantiere	21
CAPO 5. DISCIPLINA ECONOMICA	22
Art. 26. Anticipazioni	22
Art. 27. Pagamenti in acconto	22
Art. 28. Ultimazione dei lavori – Conto finale – Collaudo - Pagamenti a saldo.....	23
Art. 29. Ritardi nel pagamento delle rate di acconto	25
Art. 30. Ritardi nel pagamento della rata di saldo	26
Art. 31. Revisione prezzi e adeguamento del corrispettivo	26
Art. 32. Anticipazione del pagamento di taluni materiali	27
Art. 33. Cessione del contratto e cessione dei crediti	27
CAPO 6. CAUZIONI E GARANZIE.....	28
Art. 34. Cauzione provvisoria	28
Art. 35. Cauzione definitiva	28
Art. 36. Riduzione delle garanzie	29
Art. 37. Obblighi assicurativi a carico dell'appaltatore	29
CAPO 7. DISPOSIZIONI PER L'ESECUZIONE	31
Art. 38. Variazione dei lavori	31
Art. 39. Varianti per errori od omissioni progettuali	31
Art. 40. Prezzi applicabili ai nuovi lavori e nuovi prezzi	32
CAPO 8. DISPOSIZIONI IN MATERIA DI SICUREZZA	33
Art. 41. Adempimenti preliminari in materia di sicurezza.....	33
Art. 42. Norme di sicurezza generali e sicurezza nel cantiere	34
Art. 43. Piano di sicurezza e di coordinamento.....	34
Art. 44. Modifiche e integrazioni al piano di sicurezza e di coordinamento	35
Art. 45. Piano operativo di sicurezza.....	35
Art. 46. Osservanza e attuazione dei piani di sicurezza.....	36
CAPO 9. DISCIPLINA DEL SUBAPPALTO	37
Art. 47. Subappalto.....	37

Art. 48. Responsabilità in materia di subappalto	40
Art. 49. Pagamento dei subappaltatori.....	40
CAPO 10. CONTROVERSIE, MANODOPERA, ESECUZIONE D'UFFICIO	42
Art. 50. Accordo bonario.....	42
Art. 51. Definizione delle controversie.....	42
Art. 52. Contratti collettivi e disposizioni sulla manodopera	43
Art. 53. Documento Unico di Regolarità contributiva (DURC).....	44
Art. 54. Risoluzione del contratto - Esecuzione d'ufficio dei lavori	45
CAPO 11. DISPOSIZIONI PER L'ULTIMAZIONE	48
Art. 55. Ultimazione dei lavori e gratuita manutenzione	48
Art. 56. Presa in consegna dei lavori ultimati	48
CAPO 12. NORME FINALI	49
Art. 57. Oneri e obblighi a carico dell'appaltatore	49
Art. 58. Obblighi speciali a carico dell'appaltatore	55
Art. 59. Proprietà dei materiali di scavo e di demolizione	56
Art. 60. Utilizzo di materiali recuperati o riciclati.....	56
Art. 61. Terre e rocce da scavo.....	56
Art. 62. Custodia del cantiere	57
Art. 63. Eventuale sopravvenuta inefficacia del contratto	57
Art. 65. Tracciabilità dei pagamenti	57
Art. 66. Spese contrattuali, imposte, tasse	58
Allegato «A».....	59

PARTE PRIMA

Norme Amministrative

CAPO 1. NATURA E OGGETTO DELL'APPALTO

Art. 1. Oggetto dell'appalto

1. L'oggetto dell'appalto consiste nell'esecuzione di tutti i lavori e forniture necessari per la realizzazione dell'intervento di cui al comma 2.
2. L'intervento è così individuato:

a) denominazione conferita dalla Stazione appaltante:

Lavori di completamento della via Palinuro da via Galatea a via Mondello

b) descrizione sommaria:

Le opere previste nel presente progetto consentiranno di completare la via Palinuro, oggi in parte realizzata ed aperta al transito, collegando direttamente la via Galatea a via Mondello.

c) ubicazione:

Quartiere Mondello nel Comune di Palermo.

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

Nel prosieguo con la dicitura "Committente" e/o "Amministrazione" ove non diversamente specificato si intende il Comune di Palermo e con la dicitura "Impresa" e/o "Appaltatore" l'Impresa a cui è stato affidato il presente appalto.

4. L'esecuzione dei lavori è sempre e comunque effettuata secondo le regole dell'arte e l'appaltatore deve conformarsi alla massima diligenza nell'adempimento dei propri obblighi; trova sempre applicazione l'articolo 1374 del codice civile.
5. Anche ai fini dell'articolo 3, comma 5, della legge n. 136 del 2010 e dell'articolo 66, comma 4, sono stati acquisiti i seguenti codici:

Codice identificativo della gara (CIG)	Codice Unico di Progetto (CUP)
_____	_____

6. Le opere che formano oggetto del presente appalto possono riassumersi come appresso:

Scavi di sbancamento per la sagomatura della sezione stradale di progetto e per la realizzazione del pacchetto della sovrastruttura.

Posa interrata di tubazioni per fognatura in PVC con diametro di 315 mm SN 8 kN/m². Le sezioni di scavo avranno sagoma di tipo rettangolare come da disegni allegati trapezio.

Posa in opera di caditoie per la raccolta delle acque meteoriche che saranno collegate al collettore principale con tubazioni in PVC SN 8 kN/m² del diametro di 160 mm, con innesto a sella.

Le tubazioni in PVC verranno collocate su un letto di posa in materiale arido (sabbia o pietrisco) e dopo la posa saranno rinfiancate e ricoperte fino a 20 cm sopra la generatrice superiore sempre con lo stesso materiale arido proveniente da cava e con elementi di pezzatura non superiore a 20 mm. Il rinterro dello scavo verrà realizzato con idoneo materiale proveniente dagli scavi che sarà opportunamente compattato per evitare qualsiasi problema di dissesti dopo le operazioni di ripristino della sede stradale.

Lungo i collettori si utilizzeranno pozzetti di ispezione circolari prefabbricati in c.a.v. di dimensioni interne 800 mm sormontati da chiusini in ghisa sferoidale con classe di resistenza D 400.

Realizzazione di cassonetto stradale costituito da 30 cm di tout-venant e da tre strati di pavimentazione in conglomerato. In particolare la pavimentazione verrà eseguita con tre diversi strati di spessore variabile: un

primo strato di base dello spessore di 13 cm, un secondo strato di collegamento (Binder) dello spessore di 4 cm ed infine un ultimo strato di tappetino d'usura con conglomerato molto chiuso (particolarmente ricco di filler) dello spessore di cm 3.

Realizzazione di marciapiedi in masselli autobloccanti di cemento vibrocompresso dello spessore di cm 6 su letto di sabbia dello spessore di cm 5, con orlatura in pietrame calcareo posta su idonea fondazione in conglomerato cementizio.

Predisposizione di impianto di pubblica illuminazione con realizzazione di blocchi di fondazione per pali e, canalizzazioni in tubazione corrugata del diametro di 110 mm interrata sotto il marciapiede e collegata da pozzetti di derivazione.

Realizzazione di recinzione con pannelli modulari verticali in grigliato elettrofuso composti da elementi in acciaio Fe 360 B (UNI 7070/82) zincati a caldo secondo le norme UNI 5744/66, delle dimensioni di 25x3 mm formanti maglie di 62x132 mm. I pannelli, bordati con elementi di 25x3 mm, saranno sorretti mediante imbullonatura da montanti in ferro piatto 80x8 mm posti ad interasse di 2,00 m, i pannelli saranno zincati e verniciati con resine poliuretatiche. I pannelli appena descritti saranno collocati su muretti in calcestruzzo armato fuoriuscenti dal piano di campagna per 50 cm, con le superfici intonacate.

7. L'Appaltatore, nell'accettare i lavori sopra designati, dichiara:

- a) di avere preso conoscenza delle opere da eseguire, di avere visitato la località interessata dai lavori e di averne accertato le condizioni di viabilità e di accesso, nonché gli impianti che la riguardano;
- b) di avere accertato l'esistenza e la normale reperibilità sul mercato dei materiali da impiegare, in correlazione anche ai tempi previsti per la durata dei lavori;
- c) di avere preso visione dello stato dei luoghi e di averne valutato i riflessi al fine dell'esecuzione dei lavori.
- d) di aver valutato, nel formulare l'offerta in conformità a quanto previsto nei documenti di gara, tutte le circostanze ed elementi che influiscono tanto sul costo dei materiali, quanto sul costo della mano d'opera, dei noli e dei trasporti;
- e) di avere considerato la distanza delle cave di prestito, aperte o da aprirsi, e le condizioni di operatività delle stesse per la durata e l'entità dei lavori;
- f) di avere considerato la distanza delle pubbliche discariche e le condizioni imposte dagli Organi gestori e di quelli competenti per il rilascio di autorizzazioni e/o sorveglianza. In carenza, e/o in alternativa, di essere nelle condizioni di poter fruire di discariche private regolarmente autorizzate, a distanze compatibili con l'economia dei lavori;
- g) di essere perfettamente edotto del programma dei lavori e dei giorni nello stesso considerati per andamento climatico sfavorevole;
- h) di aver tenuto conto, nella formulazione dell'offerta, degli obblighi relativi alle disposizioni in materia di sicurezza, di condizioni di lavoro e di previdenza ed assistenza in vigore nel luogo dove devono essere eseguiti i lavori;
- i) di aver preso conoscenza del Piano di sicurezza e Coordinamento e del Piano Generale di sicurezza (se ed in quanto allegati al progetto).

Art. 2. Ammontare dell'appalto

1. L'importo dell'appalto posto a base dell'affidamento è definito dalla seguente tabella:

		<i>Importi in euro</i>
1	Importo dei lavori a corpo soggetto a ribasso	644.539,32
2	Oneri per l'attuazione del piano di sicurezza non soggetti a ribasso	20.718,11
TOT	IMPORTO TOTALE DELL'APPALTO (1+2)	665.257,43
di cui		
3.1	Costo del personale (non soggetto a ribasso)	85.338,76
3.2	Oneri per l'attuazione del piano di sicurezza (non soggetti a ribasso)	20.718,11
4	IMPORTO DA SOTTOPORRE A RIBASSO	559.200,56

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 di cui al rigo 4, relativo all'esecuzione del lavoro a corpo.
3. Non sono soggetti a ribasso i seguenti importi, che restano fissati nella misura determinata nella tabella di cui al comma 1:
- a) l'importo del costo del personale relativo al lavoro a corpo determinato nella tabella di cui al comma 1, al rigo 3.1, ai sensi dell'art. 82, comma 3-bis, del Codice dei Contratti;
 - b) l'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 3.2.

Art. 3. Modalità di stipulazione del contratto

1. Il contratto è stipulato "a corpo" ai sensi dell'articolo 53, comma 4, periodi primo e terzo, del Codice dei contratti, nonché degli articoli 43, comma 6, e 184, del d.P.R. n. 207 del 2010. 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 verifica sulla misura o sul valore attribuito alla quantità.
2. Anche ai sensi dell'articolo 118, comma 2, del d.P.R. n. 207 del 2010, 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 132 del Codice dei contratti, ed estranee ai lavori già previsti nonché agli eventuali lavori in economia di cui all'articolo 24.
4. I rapporti ed i vincoli negoziali si riferiscono agli importi come determinati ai sensi dell'articolo 2, commi 2 e 3.
5. L'importo delle lavorazioni compensate a corpo resta fisso ed invariabile, senza che possa essere invocata da alcuna delle parti contraenti, alcuna successiva verifica sulla misura o sul valore attribuito alla quantità di detti lavori. Resta ad esclusivo carico dell'Appaltatore il preventivo controllo nonché la verifica della completezza revisionale di tali lavorazioni, assumendosi lo stesso, in qualità di contraente, ogni onere e rischio perché tali lavorazioni siano definite sotto ogni aspetto, nel rispetto delle norme di riferimento e delle prescrizioni di contratto.

Art. 4. Categorie dei lavori

1. Ai sensi dell'articolo 61 del d.P.R. n. 207 del 2010 e in conformità all'allegato «A» al predetto d.P.R., i lavori sono classificati nella categoria prevalente di opere generali «OG - 3» - «**Strade, autostrade, ponti, viadotti, ferrovie, linee tranviarie, metropolitane, funicolari, e piste aeroportuali, e relative opere complementari**».

	Lavori	Categoria allegato A Art. 61 D.P.R. n. 207 del 2010		Importi €
1	Via Palinuro	OG 3	III	665.257,43

2. Ai sensi degli articoli 107, 108 e 109 del d.P.R. n. 207 del 2010, le parti di lavoro appartenenti alla categoria diversa da quella prevalente, con il relativo importo, è riportata nel seguito. Tali parti di lavoro sono scorporabili e, a scelta dell'appaltatore, subappaltabili, alle condizioni di legge e del presente Capitolato speciale, fatti salvi i limiti, i divieti e le prescrizioni che seguono:

a) ai sensi dell'articolo 109, comma 2, del d.P.R. n. 207 del 2010, i lavori appartenenti alla categoria generale nonché alla categoria specializzata indicata a «qualificazione obbligatoria» nell'allegato A al d.P.R. n. 207 del 2010, di importo superiore al 10% dell'importo totale dei lavori oppure a euro 150.000, indicati nel bando di gara, devono essere realizzati dall'appaltatore solo se in possesso dei requisiti di qualificazione per la pertinente categoria; in caso contrario devono essere realizzati da un'impresa mandante se l'appaltatore è un raggruppamento temporaneo. Se l'appaltatore, direttamente o tramite un'impresa mandante in caso di raggruppamento temporaneo, non possiede i requisiti per la predetta categoria, deve obbligatoriamente indicare in sede di gara i relativi lavori come da subappaltare. In ogni caso l'esecutore (sia esso l'appaltatore singolo, l'impresa mandante o il subappaltatore) deve essere in possesso dei requisiti necessari. I predetti lavori, con i relativi importi, sono individuati come segue:

	DECLARATORIA	CATEGORIA	IMPORTO	CLASSIFICA	% SUL TOTALE
1)	ACQUEDOTTI, GASDOTTI, OLEODOTTI, OPERE DI IRRIGAZIONE E DI EVACUAZIONE	OG6	52.755,89	I	8,185

Art. 5. Categorie di lavorazioni omogenee, categorie contabili

1. Le categorie di lavorazioni omogenee di cui all'articolo 132, comma 3, del Codice dei contratti, agli articoli 3, comma 1, lettera s), 43, commi 6, 7 e 8, 161, comma 16 e 184 del d.P.R. n. 207 del 2010 e all'articolo 38 del presente Capitolato speciale, sono indicati nella seguente tabella:

n	Categorie di lavorazioni omogenee	Importo lordo	Incidenza
1	Scavi, demolizioni	€ 132.099,63	20,50%
2	Tubazioni, pozzetti	€ 36.967,12	5,74%
3	Pavimentazioni stradali	€ 330.474,72	51,27%
4	Opere edili	€ 134.414,69	20,85%
5	Segnaletica	€ 10.583,16	1,64%

2. Le categorie di lavorazione contabili (Corpi d'opera) sono riepilogate nella seguente tabella:

Descrizione dei corpi d'Opera	% Incidenza	IMPORTO
C.1 DEMOLIZIONI, SCAVI, SCARIFICAZIONI	18,696	120.505,93
C.2 OPERE FOGNARIE	8,185	52.755,89
C.3 SOVRASTRUTTURE STRADALI	46,434	299.286,04
C.4 OPERE DI ILLUMINAZIONE	1,227	7.905,27
C.5 OPERE DI RECINZIONE	13,420	86.499,56
C.6 SEGNALETICA	1,362	8.776,50
C.7 OPERE DI MANUTENZIONE TRATTO ESISTENTE	10,676	68.810,13
Totale voci a corpo	100,00	644.539,32

CAPO 2 – DISCIPLINA CONTRATTUALE

Art. 6. Interpretazione del contratto e del capitolato speciale d'appalto

Discordanza negli atti di contratto – Prestazioni alternative

1. Qualora uno stesso atto contrattuale dovesse riportare delle disposizioni di carattere discordante, l'Appaltatore ne farà oggetto d'immediata segnalazione scritta al Comune di Palermo per i conseguenti provvedimenti di modifica.
2. Se le discordanze dovessero riferirsi a caratteristiche di dimensionamento grafico, saranno di norma ritenute valide le indicazioni riportate nel disegno con scala di riduzione minore. In ogni caso dovrà ritenersi nulla la disposizione che contrasta, o che in minor misura collima, con il contesto delle norme e disposizioni riportate nei rimanenti atti contrattuali.
3. Nel caso si riscontrassero disposizioni discordanti tra i diversi atti di contratto, fermo restando quanto stabilito nella seconda parte del precedente capoverso, l'Appaltatore rispetterà, nell'ordine, quelle indicate dagli atti seguenti: Contratto - Capitolato Speciale d'Appalto – Disciplinari di fornitura e posa in opera - Elenco descrittivo dei corpi d'opera - Disegni. In caso di norme del presente Capitolato speciale tra loro non compatibili o apparentemente non compatibili, trovano applicazione in primo luogo le norme eccezionali o quelle che fanno eccezione a regole generali, in secondo luogo quelle maggiormente conformi alle disposizioni legislative o regolamentari oppure all'ordinamento giuridico, in terzo luogo quelle di maggior dettaglio e infine quelle di carattere ordinario.
4. Qualora gli atti contrattuali prevedessero delle soluzioni alternative, resta espressamente stabilito che la scelta spetterà, di norma e salvo diversa specifica, alla Direzione Lavori.
5. L'Appaltatore dovrà comunque rispettare i minimi inderogabili fissati dal presente Capitolato avendo gli stessi, per esplicita statuizione, carattere di prevalenza rispetto alle diverse o minori prescrizioni riportate negli altri atti contrattuali.
6. L'interpretazione delle clausole contrattuali, così come delle disposizioni del presente Capitolato speciale, è fatta tenendo conto delle finalità del contratto e dei risultati ricercati con l'attuazione del progetto approvato; per ogni altra evenienza trovano applicazione gli articoli da 1362 a 1369 del codice civile.

Art. 7. Documenti che fanno parte del contratto

1. Fanno parte integrante e sostanziale del contratto d'appalto, ancorché non materialmente allegati (art. 137 del Regolamento 207/2010):
 - a) il Capitolato generale d'appalto, per le parti non abrogate dall'articolo 358 comma 1 lett. e) del Regolamento 207/2010 e per quanto non in contrasto con il presente Capitolato speciale o non previsto da quest'ultimo; le norme del capitolato generale d'appalto così abrogate trovano tuttavia richiami specifici nel corpo del regolamento 207/2010;
 - b) il presente Capitolato speciale comprese le tabelle allegate allo stesso, con i limiti, per queste ultime, descritti nel seguito in relazione al loro valore indicativo;
 - c) tutti gli elaborati grafici e gli altri atti del progetto esecutivo, ivi compresi i particolari costruttivi, i progetti delle strutture e degli impianti, le relative relazioni di calcolo e lo studio geologico, come elencati nell'allegato «A», ad eccezione di quelli esplicitamente esclusi ai sensi del successivo comma 3;
 - d) l'elenco descrittivo dei corpi d'opera nonché l'elenco dei prezzi unitari come definito all'articolo 3;
 - e) il piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'articolo 100 del Decreto n. 81 del 2008 e al punto 2 dell'allegato XV allo stesso decreto, nonché le proposte integrative al predetto piano di cui all'articolo 131, comma 2, lettera a), del Codice dei contratti e all'articolo 100, comma 5, del Decreto n. 81 del

2008, se accolte dal coordinatore per la sicurezza;

- f) il piano operativo di sicurezza di cui all'articolo 131, comma 2, lettera c), del Codice dei contratti, all'articolo 89, comma 1, lettera h), del Decreto n. 81 del 2008 e al punto 3.2 dell'allegato XV allo stesso decreto;
 - g) il cronoprogramma di cui all'articolo 40 del d.P.R. n. 207 del 2010;
 - h) le polizze di garanzia di cui agli articoli 35 e 37;
2. Sono contrattualmente vincolanti tutte le leggi e le norme vigenti in materia di lavori pubblici e in particolare:
- a) Il Codice dei contratti (Decreto legislativo 12/04/2006 n° 163 s.m.i. e il testo vigente alla data del contratto);
 - b) Il d.P.R. n. 207 del 2010 (Regolamento), per quanto applicabile;
 - c) Il decreto legislativo n. 81 del 2008, con i relativi allegati (T.U. sulla sicurezza);
 - d) Legge Regionale 12/07/2011 n° 12 s.m.i. (recepimento Codice dei contratti);
 - e) Il D.L.vo 30.04.1992 n° 285 e s.m.i. (Codice della Strada) e il suo Regolamento di esecuzione e di attuazione D.P.R. 16.12.1992 n° 495 e s.m.i.;
 - f) Decreto L.Vo 03/04/2006 n° 152 e s.m.i. (Codice dell'Ambiente);
 - g) Decreto L.Vo 06/09/2011 n° 159 e s.m.i. (Codice della Legge Antimafia);
 - h) Le Leggi, i Decreti, i Regolamenti e le Circolari Ministeriali emanate e vigenti alla data di esecuzione dei lavori;
 - i) Le Leggi, i Decreti, i Regolamenti e le Circolari emanate e vigenti, per i rispettivi ambiti territoriali, nella Regione, Provincia e Comune in cui si eseguono le opere oggetto dell'appalto;
 - j) Le norme emanate dal C.N.R., le norme U.N.I., le norme EN, le norme C.E.I., le tabelle CEI-UNEL ed i testi citati nel presente Capitolato;
3. Non fanno invece parte del contratto e sono estranei ai rapporti negoziali:
- a) il computo metrico e il computo metrico estimativo;
 - b) le tabelle di riepilogo dei lavori e la loro suddivisione per categorie omogenee, ancorché inserite e integranti il presente Capitolato speciale; esse hanno efficacia limitatamente ai fini dell'aggiudicazione per la determinazione dei requisiti speciali degli esecutori e ai fini della valutazione delle addizioni o diminuzioni dei lavori di cui all'articolo 132 del Codice dei contratti;
 - c) le quantità delle singole voci elementari rilevabili dagli atti progettuali, e da qualsiasi altro loro allegato.
4. Nel caso di appalto con il criterio economicamente più vantaggioso fanno parte del contratto, in quanto parte integrante e sostanziale del progetto di cui al comma 1, le relazioni e gli elaborati presentati dall'appaltatore in sede di offerta.

Art. 8. Disposizioni particolari riguardanti l'appalto

1. La sottoscrizione del contratto da parte dell'appaltatore equivale a 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, nonché alla completa accettazione di tutte le norme che regolano il presente appalto, e del progetto per quanto attiene alla sua perfetta esecuzione.
2. Ai sensi dell'articolo 106, commi 2 e 3, del d.P.R. n. 207 del 2010, 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 dei lavori.

Art. 9. Fallimento o gravi irregolarità dell'appaltatore

1. In caso di fallimento dell'appaltatore o di liquidazione coatta e concordato preventivo dello stesso o di risoluzione del contratto ai sensi degli articoli 135 e 136 del Regolamento o di recesso del contratto ai sensi dell'articolo 11 comma 3 d.P.R. 252/1998 la Stazione appaltante si avvale, senza pregiudizio per ogni altro diritto e azione a tutela dei propri interessi, della procedura prevista dagli articoli 136, 138 e 140 del Codice dei contratti.
2. Se l'esecutore è un raggruppamento temporaneo, in caso di fallimento dell'impresa mandataria o di una impresa mandante trovano applicazione rispettivamente i commi 18 e 19 dell'articolo 37 del Codice dei contratti.

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

1. L'appaltatore deve eleggere domicilio ai sensi e nei modi di cui all'articolo 2 del capitolato generale d'appalto; a tale domicilio si intendono ritualmente effettuate tutte le intimazioni, le assegnazioni di termini e ogni altra notificazione o comunicazione dipendente dal contratto.
2. L'appaltatore deve altresì comunicare, ai sensi e nei modi di cui all'articolo 3 del capitolato generale d'appalto, le generalità delle persone autorizzate a riscuotere.
3. 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 è assunta dal direttore tecnico dell'impresa o da altro tecnico, avente comprovata esperienza in rapporto alle caratteristiche delle opere da eseguire. L'assunzione della direzione di cantiere da parte del direttore tecnico avviene mediante delega formale 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 di cui al successivo comma 6.
4. L'appaltatore, tramite il direttore di cantiere assicura l'organizzazione, la gestione tecnica, la conduzione del cantiere e dovrà mantenere la perfetta disciplina nei cantieri impegnandosi ad osservare ed a fare osservare ai propri agenti ed operai le obbligazioni nascenti dal contratto. Il direttore dei lavori ha il diritto di esigere il cambiamento del direttore di cantiere e del personale dell'appaltatore per disciplina, incapacità o grave negligenza. L'appaltatore è in tutti i casi responsabile dei danni causati dall'imperizia o dalla negligenza di detti soggetti, nonché della malafede o della frode nella somministrazione o nell'impiego dei materiali.
5. Ogni variazione del domicilio di cui al comma 1, o delle persone di cui ai commi 2, 3 o 4, deve essere tempestivamente notificata Stazione appaltante; ogni variazione delle persone di cui al comma 3 deve essere accompagnata dal deposito presso la Stazione appaltante del nuovo atto di mandato.
6. Al Direttore del Cantiere dovranno essere affidati, almeno, i seguenti compiti: l'organizzazione del cantiere sia sotto il profilo amministrativo che tecnico, la gestione della contabilità del cantiere, l'organizzazione per l'esecuzione dei lavori, curando che siano rispettate tutte le disposizioni di legge e regolamenti in materia di sicurezza del lavoro e prevenzione infortuni e svolgimento di ogni e qualsiasi iniziative ed attività comunque connessa e necessaria all'espletamento del suo mandato, ivi compreso quanto appresso indicato a titolo esemplificativo e non esaustivo, e quindi, provveda:
 - a) affinché prima dell'inizio dei lavori l'Impresa ottenga tutte le autorizzazioni, concessioni e licenze amministrative necessarie per l'esecuzione delle singole commesse, sottoscrivendo le relative istanze;
 - b) affinché le opere siano eseguite in conformità alle prescrizioni di tali atti amministrativi, nonché dei regolamenti e delle leggi vigenti in materia di lavori pubblici, di edilizia e di urbanistica ed in analogia alle disposizioni contenute nei contratti di concessione, appalto e subappalto;
 - c) alla organizzazione del cantiere sia dal lato amministrativo che tecnico;
 - d) alla esecuzione dei lavori secondo il contratto, i disegni, le specifiche, i programmi di lavoro e tenga la

contabilità dei lavori;

- e) a disporre, nell'ambito della commessa ad esso affidata, la corretta attuazione delle norme antinfortunistiche e valuti quali siano le misure di sicurezza che si rendono necessarie ai fini della prevenzione infortuni e tutela della salute dei lavoratori, disponendo le spese necessarie e dando disposizioni ai Capi Cantiere ed Assistenti;
- f) a verificare che l'esecuzione dei lavori avvenga nel rispetto di tutte le disposizioni di legge e regolamenti con particolare riferimento agli aspetti tecnici e statici;
- g) garantire il rispetto delle norme sui lavori pubblici, urbanistiche e di smaltimento dei rifiuti, con particolare riguardo agli aspetti tecnici e statici delle opere ed esegua le prescrizioni contenute nei contratti di concessione, appalto e subappalto;
- h) ad assolvere gli adempimenti previsti dalla Legge n° 55/90 e successive integrazioni e modificazioni;
- i) ad assolvere, per conto dell'Impresa, ogni e qualsiasi controversia concernente gli infortuni sul lavoro, anche di fronte agli Ispettorati del Lavoro ed all'INAIL;
- j) ad assolvere agli oneri fiscali strettamente connessi con l'attività del cantiere (quali a titolo esemplificativo le disposizioni contenute nel D.P.R. 14 agosto 1996 n° 472 sulla disciplina del documento di trasporto);
- k) ad ottemperare a quanto previsto dal Decreto Legislativo n°81/2008 e successive modifiche ed integrazioni, con particolare riferimento agli Artt. 17 e 28;
- l) ad adottare tutte le misure di sicurezza in conformità alle disposizioni di legge e regolamenti in ogni fase dei lavori, con particolare riferimento a tutte le leggi ed in particolare provveda a:
 - disporre l'acquisto dei materiali necessari a garantire la sicurezza dei lavoratori e la loro identificazione sul luogo di lavoro;
 - qualora si verificano situazioni di pericolo, adottare tutti i provvedimenti urgenti del caso;
 - dare istruzioni affinché il personale occupato svolga la propria attività secondo la qualifica di appartenenza e venga istruito nell'uso dei dispositivi personali di protezione;
 - nominare il Responsabile del Servizio Prevenzione e Protezione dell'unità produttiva cantiere conferendogli il relativo incarico verificandone l'idoneità alla relativa funzione, comunicando il nominativo alla U.S.L. ed Ispettorato del Lavoro competenti;
 - elaborare il documento di valutazione dei rischi ed il Piano di Sicurezza Generale, trasmettendone copia a tutte le Imprese subappaltatrici; verificando inoltre che i Piani di Sicurezza delle Imprese subappaltatrici non siano in contrasto con il Piano di Sicurezza Generale;
 - ove previsto, trasmettere all'Ufficio competente copia del Piano di Sicurezza Generale;
- m) a verificare che il Capo Cantiere, in qualità di responsabile ("dirigente ai soli fini ed effetti delle vigenti leggi in tema di sicurezza") della unità produttiva, disponga il rispetto di tutte le norme di sicurezza ed igiene del lavoro, impartendo disposizioni ed istruzioni per l'applicazione di misure specifiche da adottare in caso di improcrastinabile necessità ed urgenza;
- n) a nominare gli Assistenti di cantiere affinché in qualità di preposti alla sicurezza provvedano al controllo del rispetto da parte dei lavoratori delle norme poste a tutela della sicurezza ed incolumità delle maestranze;
- o) a predisporre e curare gli allestimenti di impianti, macchine ed attrezzature verificandone la corretta installazione e, messa in opera da parte dei fornitori.

Inoltre, al Direttore del Cantiere potrà essere fornito mandato per:

- 1) partecipare in contraddittorio ad accertamenti e misurazioni, sottoscrivere registri di contabilità, stati di avanzamento e verbali di nuovi prezzi, di eventuali atti aggiuntivi ed in genere tutto quanto possa occorrere per la conduzione tecnica ed amministrativa del mandato di pagamento, rilasciando le relative quietanze.

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

1. Nell'esecuzione di tutte le lavorazioni, le opere, le forniture, i componenti, anche relativamente a sistemi e sottosistemi 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 speciale, nei Disciplinari Tecnici, 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 rispettivamente l'articolo 167 del d.P.R. n. 207 del 2010 e gli articoli 16 e 17 del capitolato generale d'appalto.
3. 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.
4. 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» approvate con il decreto del Ministro delle infrastrutture 14 gennaio 2008 (in Gazzetta Ufficiale n. 29 del 4 febbraio 2008).

Art. 12. Convenzioni in materia di valuta e termini

1. Tutti gli atti predisposti dalla Stazione appaltante i valori in cifra assoluta si intendono in euro.
2. Tutti gli atti predisposti dalla Stazione appaltante i valori in cifra assoluta, ove non diversamente specificato, si intendono I.V.A. esclusa.
3. Tutti i termini di cui al presente Capitolato speciale, se non diversamente stabilito nella singola disposizione, sono computati in conformità al Regolamento CEE 3 giugno 1971, n. 1182.

CAPO 3. TERMINI PER L'ESECUZIONE

Art. 13. Consegna e inizio dei lavori

1. L'esecuzione dei lavori ha inizio dopo la stipula del formale contratto, in seguito a consegna, risultante da apposito verbale, da effettuarsi non oltre 45 giorni dalla predetta stipula, previa convocazione dell'esecutore.
2. Se nel giorno fissato e comunicato l'appaltatore non si presenta a ricevere la consegna dei lavori, il direttore dei lavori fissa un nuovo termine perentorio, non inferiore a 5 (cinque) giorni e non superiore a 15 (quindici) giorni; i termini per l'esecuzione decorrono comunque dalla data della prima convocazione. Decorso inutilmente il termine di anzidetto è facoltà della Stazione appaltante di risolvere il contratto e incamerare la cauzione definitiva, fermo restando il risarcimento del danno (ivi compreso l'eventuale maggior prezzo di una nuova aggiudicazione) se eccedente il valore della cauzione, senza che ciò possa costituire motivo di pretese o eccezioni di sorta da parte dell'appaltatore. Se è indetta una nuova procedura per l'affidamento del completamento dei lavori, l'appaltatore è escluso dalla partecipazione in quanto l'inadempimento è considerato grave negligenza accertata. Qualora la consegna avvenga in ritardo per fatto o colpa del COMUNE DI PALERMO, l'Appaltatore può chiedere le facoltà previste dai commi 8 e 9 dell'art.153 del Regolamento 207/2010. In questa ultima ipotesi valgono i riconoscimenti a favore dell'esecutore di cui all'art. 157 dello stesso Regolamento.
3. 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 153, comma 1, secondo periodo e comma 4, del d.P.R. n. 207 del 2010 e dell'articolo 11, comma 9, periodi terzo e quarto, e comma 12, del Codice dei contratti, se il mancato inizio dei lavori determina un grave danno all'interesse pubblico che l'opera appaltata è destinata a soddisfare, oppure la perdita di finanziamenti comunitari; il direttore dei lavori provvede in via d'urgenza su autorizzazione del RUP e indica espressamente sul verbale le motivazioni che giustificano l'immediato avvio dei lavori, nonché le lavorazioni da iniziare immediatamente.
4. Il R.U.P. accerta l'avvenuto adempimento degli obblighi di cui all'articolo 41 prima della redazione del verbale di consegna di cui al comma 1 e ne comunica l'esito al Direttore dei lavori. La redazione del verbale di consegna è subordinata a tale positivo accertamento, in assenza del quale il verbale di consegna è inefficace e i lavori non possono essere iniziati.
5. Le disposizioni sulla consegna di cui al comma 2, anche in via d'urgenza ai sensi del comma 3, si applicano anche alle singole consegne frazionate, in presenza di temporanea indisponibilità di aree ed immobili; in tal caso si provvede ogni volta alla compilazione di un verbale di consegna provvisorio e l'ultimo di questi costituisce verbale di consegna definitivo anche ai fini del computo dei termini per l'esecuzione, se non diversamente determinati. Il comma 2 si applica limitatamente alle singole parti consegnate, se l'urgenza è limitata all'esecuzione di alcune di esse.
6. Le disposizioni sulla consegna di cui al comma 2, anche in via d'urgenza di cui al comma 3, si applicano anche alle singole consegne frazionate, relative alle singole parti di lavoro nelle quali questo sia frazionato, come previsto dalla documentazione progettuale. In tal caso si provvede ogni volta alla compilazione di un verbale di consegna e l'ultimo di questi costituisce verbale di consegna definitivo anche ai fini del computo dei termini per l'esecuzione, se non diversamente determinati; a tale scopo si stabilisce sin d'ora che la consegna sarà frazionata come segue:
 - a) _____;
 - b) _____;
 - c) _____;

Ove si sia proceduto a consegna parziale, all'atto della consegna definitiva dovrà essere nuovamente computato e determinato, in seno al verbale, il tempo contrattuale di ultimazione, detrando da quello inizialmente assegnato una percentuale corrispondente all'avanzamento dei lavori realizzati. In caso di consegna parziale, l'Appaltatore sarà tenuto a presentare un programma di esecuzione dei lavori che preveda la realizzazione prioritaria delle lavorazioni sulle aree e sugli immobili disponibili. Realizzati i lavori

previsti dal programma, qualora permangano le cause di indisponibilità si applicherà la disciplina prevista dall'art. 158 del Regolamento 207/2010.

7. Unitamente agli occorrenti disegni di progetto, in sede di consegna, se indispensabili per l'esecuzione dei lavori, sarà fornito all'Appaltatore l'elenco dei capisaldi di livellazione a cui si dovrà riferire nella esecuzione dei lavori stessi. La verifica di tali capisaldi dovrà essere effettuata con tempestività, in modo che non oltre sette giorni dalla consegna possano essere segnalate alla Direzione Lavori eventuali difformità riscontrate. L'Appaltatore sarà inoltre responsabile della conservazione di capisaldi, che non potrà rimuovere senza preventiva autorizzazione.
8. L'Appaltatore darà inizio ai lavori immediatamente e ad ogni modo non oltre 15 giorni dal verbale di consegna.

Art. 14. Termini per l'ultimazione dei lavori

1. Il tempo utile per ultimare tutti i lavori compresi nell'appalto è fissato in giorni **240 (duecentoquaranta)** decorrenti dalla data del verbale di consegna dei lavori.
2. Nel calcolo del tempo di cui al comma 1 è tenuto conto delle ferie contrattuali e delle ordinarie difficoltà e degli ordinari impedimenti in relazione agli andamenti stagionali e alle relative condizioni climatiche.
3. L'appaltatore si obbliga alla rigorosa ottemperanza del cronoprogramma dei lavori che potrà fissare scadenze inderogabili per l'approntamento delle opere necessarie all'inizio di forniture e lavori da effettuarsi da altre ditte per conto della Stazione appaltante oppure necessarie all'utilizzazione, prima della fine dei lavori e previa emissione del certificato di collaudo provvisorio riferito alla sola parte funzionale delle opere.
4. In caso di ritardata ultimazione verrà applicata la penale di cui al successivo Art. 18.
5. In caso di appalto con il criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa che preveda, in sede di gara, l'offerta di ribasso sui tempi di esecuzione, il termine per ultimare i lavori di cui al comma 1 è il valore posto a base di gara; il termine contrattuale vincolante è determinato applicando al termine di cui al comma 1 la riduzione percentuale in ragione dell'offerta di ribasso sullo stesso termine, presentata dall'appaltatore in sede di gara; il cronoprogramma dei lavori di cui al comma 3 è automaticamente adeguato di conseguenza, in ogni sua fase, mediante una riduzione proporzionale di tutti i tempi previsti. Il programma esecutivo dei lavori di cui all'articolo 19 è redatto sulla base del termine contrattuale per ultimare i lavori, ridotto ai sensi del presente comma.

Art. 15. Proroghe

1. Se l'appaltatore, per causa a esso non imputabile, non è in grado di ultimare i lavori nel termine contrattuale di cui all'articolo 14, può chiedere la proroga, presentando apposita richiesta motivata almeno 45 giorni prima della scadenza del termine di cui al predetto articolo 14.
2. In deroga a quanto previsto al comma 1, la richiesta può essere presentata anche se mancano meno di 45 giorni alla scadenza del termine di cui all'articolo 14, comunque prima di tale scadenza, se le cause che hanno determinato la richiesta si sono verificate posteriormente; in questo caso la richiesta deve essere motivata anche in relazione alla specifica circostanza della tardività.
3. La richiesta è presentata al direttore di lavori il quale la trasmette tempestivamente al R.U.P., corredata dal proprio parere; se la richiesta è presentata direttamente al R.U.P. questi acquisisce tempestivamente il parere del direttore dei lavori.
4. La proroga è concessa o negata con provvedimento scritto del R.U.P. entro 30 giorni dal ricevimento della richiesta; il R.U.P. può prescindere dal parere del direttore dei lavori se questi non si esprime entro 10 giorni e può discostarsi dallo stesso parere; nel provvedimento è riportato il parere del direttore dei lavori se questo

è difforme dalle conclusioni del R.U.P.

5. Nei casi di cui al comma 2 i termini di 30 giorni e di 10 giorni di cui al comma 4 sono ridotti rispettivamente a 10 giorni e a 3 giorni; negli stessi casi se la proroga è concessa formalmente dopo la scadenza del termine di cui all'articolo 14, essa ha effetto retroattivo a partire da tale ultimo termine.
6. La mancata determinazione del R.U.P. entro i termini di cui ai commi 1, 2 o 5 costituisce rigetto della richiesta.
7. Trova altresì applicazione l'articolo 159, commi 8, 9 e 10, del d.P.R. n. 207 del 2010.
8. Non saranno concesse proroghe al termine di ultimazione, salvo che nei casi espressamente contemplati dal presente Capitolato e per imprevedibili casi di effettiva forza maggiore, ivi compresi gli scioperi di carattere provinciale, regionale o nazionale.

Art. 16. Sospensioni ordinate dal direttore dei lavori

1. In caso di forza maggiore, condizioni climatologiche oggettivamente eccezionali od altre circostanze speciali che impediscano in via temporanea che i lavori procedano utilmente a regola d'arte, la direzione dei lavori d'ufficio o su segnalazione dell'appaltatore può ordinare la sospensione dei lavori redigendo apposito verbale sentito l'appaltatore; costituiscono circostanze speciali le situazioni che determinano la necessità di procedere alla redazione di una variante in corso d'opera nei casi previsti dall'articolo 132, comma 1, lettere a), b), c) e d), del Codice dei contratti; nessun indennizzo spetta all'appaltatore per le sospensioni di cui al presente articolo.
2. Il verbale di sospensione deve contenere:
 - a) l'indicazione dello stato di avanzamento dei lavori;
 - b) l'adeguata motivazione a cura della direzione dei lavori;
 - c) l'eventuale imputazione delle cause ad una delle parti o a terzi, se del caso anche con riferimento alle risultanze del verbale di consegna o alle circostanze sopravvenute.
3. Il verbale di sospensione è controfirmato dall'appaltatore, deve pervenire al R.U.P. entro il quinto giorno naturale successivo alla sua redazione e deve essere restituito controfirmati dallo stesso o dal suo delegato; se il R.U.P. non si pronuncia entro 5 giorni dal ricevimento, il verbale si dà per riconosciuto e accettato dalla Stazione appaltante.
4. Se l'appaltatore non interviene alla firma del verbale di sospensione o rifiuta di sottoscriverlo, oppure appone sullo stesso delle riserve, si procede a norma dell'articolo 190 del d.P.R. n. 207 del 2010.
5. In ogni caso la sospensione opera dalla data di redazione del verbale, accettato dal R.U.P. o sul quale si sia formata l'accettazione tacita; non possono essere riconosciute sospensioni, e i relativi verbali non hanno alcuna efficacia, in assenza di adeguate motivazioni o le cui motivazioni non siano riconosciute adeguate da parte del R.U.P.
6. Il verbale di sospensione ha efficacia dal quinto giorno antecedente la sua presentazione al R.U.P., se il predetto verbale è trasmesso dopo il quinto giorno dalla redazione oppure reca una data di decorrenza della sospensione anteriore al quinto giorno precedente la data di trasmissione.
7. Non appena cessate le cause della sospensione il direttore dei lavori redige il verbale di ripresa che, oltre a richiamare il precedente verbale di sospensione, deve indicare i giorni di effettiva sospensione e il conseguente nuovo termine contrattuale dei lavori differito di un numero di giorni pari all'accertata durata della sospensione.
8. Il verbale di ripresa dei lavori è controfirmato dall'appaltatore e trasmesso al R.U.P.; esso è efficace dalla data della sua redazione; al verbale di ripresa dei lavori si applicano le disposizioni di cui ai commi 3 e 4.
9. Le disposizioni di cui ai commi precedenti si applicano anche a sospensioni parziali e riprese parziali che abbiano per oggetto parti determinate dei lavori, da indicare nei relativi verbali; in tal caso il differimento

dei termini contrattuali è pari ad un numero di giorni costituito dal prodotto dei giorni di sospensione per il rapporto tra l'ammontare dei lavori sospesi e l'importo totale dei lavori previsto nello stesso periodo secondo il programma esecutivo dei lavori di cui all'articolo 19.

Art. 17. Sospensioni ordinate dal R.U.P.

1. Il R.U.P. può ordinare la sospensione dei lavori per cause di pubblico interesse o particolare necessità; l'ordine è trasmesso contemporaneamente all'appaltatore e al direttore dei lavori ed ha efficacia dalla data di emissione.
2. Lo stesso R.U.P. determina il momento in cui sono venute meno le ragioni di pubblico interesse o di particolare necessità che lo hanno indotto ad ordinare la sospensione dei lavori ed emette l'ordine di ripresa, trasmesso tempestivamente all'appaltatore e al direttore dei lavori.
3. Per quanto non diversamente disposto, agli ordini di sospensione e di ripresa emessi dal R.U.P. si applicano le disposizioni dell'articolo 16, commi 2, 4, 7, 8 e 9, in materia di verbali di sospensione e di ripresa dei lavori, in quanto compatibili.
4. Se la sospensione, o le sospensioni se più di una, durano per un periodo di tempo superiore ad un quarto della durata complessiva prevista dall'articolo 14, o comunque quando superino 6 (sei) mesi complessivamente, l'appaltatore può richiedere lo scioglimento del contratto senza indennità; la Stazione appaltante può opporsi allo scioglimento del contratto ma, in tal caso, riconosce al medesimo la rifusione dei maggiori oneri derivanti dal prolungamento della sospensione oltre i termini suddetti, iscrivendoli nella documentazione contabile.

Art. 18. Penali in caso di ritardo

1. Ai sensi dell'articolo 145, comma 3, del d.P.R. n. 207 del 2010, nel caso di mancato rispetto del termine stabilito per l'ultimazione dei lavori, per ogni giorno naturale consecutivo di ritardo viene applicata una penale pari allo 0,5 per mille (euro zero e centesimi cinquanta ogni mille) dell'importo contrattuale.
2. La penale, nella stessa misura percentuale di cui al comma 1, trova applicazione anche in caso di ritardo:
 - a) nell'inizio dei lavori rispetto alla data fissata dal direttore dei lavori per la consegna degli stessi ai sensi dell'articolo 13, comma 2 oppure comma 3;
 - b) nell'inizio dei lavori per mancata consegna o per inefficacia del verbale di consegna imputabili all'appaltatore che non abbia effettuato gli adempimenti prescritti, ai sensi dell'articolo 13, comma 4;
 - c) nella ripresa dei lavori seguente un verbale di sospensione, rispetto alla data fissata dal direttore dei lavori;
 - d) nel rispetto dei termini imposti dalla direzione dei lavori per il ripristino di lavori non accettabili o danneggiati.
3. La penale irrogata ai sensi del comma 2, lettera a), è disapplicata se l'appaltatore, in seguito all'andamento imposto ai lavori, rispetta la prima soglia temporale successiva fissata nel programma esecutivo dei lavori di cui all'articolo 19.
4. La penale di cui al comma 2, lettera b) e lettera d), è applicata all'importo dei lavori ancora da eseguire; la penale di cui al comma 2, lettera c) è applicata all'importo dei lavori di ripristino o di nuova esecuzione ordinati per rimediare a quelli non accettabili o danneggiati.
5. Tutte le 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 collaudo provvisorio (Art. 145 comma 6 del Regolamento 207/2010).

6. L'importo complessivo delle penali determinate ai sensi dei commi 1 e 2 non può superare il 10% (dieci per cento) dell'importo contrattuale; se i ritardi sono tali da comportare una penale di importo superiore alla predetta percentuale trova applicazione l'articolo 21, in materia di risoluzione del contratto. E' altresì prevista una penale giornaliera di euro 2,50 per il caso di ritardo nella fornitura di notizie statistiche sull'andamento dei lavori regolata dall'articolo 57 comma 1.
7. L'applicazione delle penali non pregiudica il risarcimento di eventuali danni o ulteriori oneri sostenuti dalla Stazione appaltante a causa dei ritardi.

Art. 19. Programma esecutivo dei lavori dell'appaltatore

1. Ai sensi dell'articolo 43, comma 10, del d.P.R. n. 207 del 2010, entro 30 (trenta) giorni dalla stipula del contratto, e comunque prima dell'inizio dei lavori, l'appaltatore predispone e consegna alla direzione lavori un proprio programma esecutivo dei lavori, elaborato in relazione alle proprie tecnologie, alle proprie scelte imprenditoriali e alla propria organizzazione lavorativa; tale programma deve riportare per ogni lavorazione, le previsioni circa il periodo di esecuzione nonché l'ammontare presunto, parziale e progressivo, dell'avanzamento dei lavori alle date contrattualmente stabilite per la liquidazione dei certificati di pagamento deve essere coerente con i tempi contrattuali di ultimazione e deve essere approvato dalla direzione lavori, mediante apposizione di un visto, entro cinque giorni dal ricevimento. Trascorso il predetto termine senza che la direzione lavori si sia pronunciata il programma esecutivo dei lavori si intende accettato, fatte salve palesi illogicità o indicazioni erronee incompatibili con il rispetto dei termini di ultimazione.
2. Il programma esecutivo dei lavori dell'appaltatore può essere modificato o integrato dalla Stazione appaltante, mediante ordine di servizio, ogni volta che sia necessario alla miglior esecuzione dei lavori e in particolare:
 - a) per il coordinamento con le prestazioni o le forniture di imprese o altre ditte estranee al contratto;
 - b) per l'intervento o il mancato intervento di società concessionarie di pubblici servizi le cui reti siano coinvolte in qualunque modo con l'andamento dei lavori, purché non imputabile ad inadempimenti o ritardi della Stazione appaltante;
 - c) per l'intervento o il coordinamento con autorità, enti o altri soggetti diversi dalla Stazione appaltante, che abbiano giurisdizione, competenze o responsabilità di tutela sugli immobili, i siti e le aree comunque interessate dal cantiere; a tal fine non sono considerati soggetti diversi le società o aziende controllate o partecipate dalla Stazione appaltante o soggetti titolari di diritti reali sui beni in qualunque modo interessati dai lavori intendendosi, in questi casi, ricondotta la fattispecie alla responsabilità gestionale della Stazione appaltante;
 - d) per la necessità o l'opportunità di eseguire prove sui campioni, prove di carico e di tenuta e funzionamento degli impianti, nonché collaudi parziali o specifici;
 - e) se è richiesto dal coordinatore per la sicurezza e la salute nel cantiere, in ottemperanza all'articolo 92, comma 1, del Decreto n. 81 del 2008. In ogni caso il programma esecutivo dei lavori deve essere coerente con il piano di sicurezza, eventualmente integrato ed aggiornato.
3. I lavori sono comunque eseguiti nel rispetto del cronoprogramma predisposto dalla Stazione appaltante e integrante il progetto esecutivo; tale cronoprogramma può essere modificato dalla Stazione appaltante al verificarsi delle condizioni di cui al comma 2.
4. In caso di consegne frazionate ai sensi dell'articolo 13, commi 5 e 6, il programma di esecuzione dei lavori di cui al comma 1 deve prevedere la realizzazione prioritaria delle lavorazioni sulle aree e sugli immobili disponibili; in tal caso le soglie temporali di cui al comma 4 si computano a partire dalla relativa consegna parziale. Se dopo la realizzazione delle predette lavorazioni permangono le cause di indisponibilità si applica l'articolo 158 del d.P.R. n. 207 del 2010.

Art. 20. Inderogabilità dei termini di esecuzione

1. Non costituiscono motivo di differimento dell'inizio dei lavori, della loro mancata regolare o continuativa conduzione secondo il relativo programma esecutivo o della loro ritardata ultimazione:
 - a) il ritardo nell'installazione del cantiere e nell'allacciamento alle reti tecnologiche necessarie al suo funzionamento, per l'approvvigionamento dell'energia elettrica e dell'acqua;
 - b) l'adempimento di prescrizioni, o il rimedio a inconvenienti o infrazioni riscontrate dal direttore dei lavori o dagli organi di vigilanza in materia sanitaria e di sicurezza, ivi compreso il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione, se nominato;
 - c) l'esecuzione di accertamenti integrativi che l'appaltatore ritenesse di dover effettuare per la esecuzione delle opere di fondazione, delle strutture e degli impianti, salvo che siano ordinati dalla direzione dei lavori o espressamente approvati da questa;
 - d) il tempo necessario per l'esecuzione di prove sui campioni, di sondaggi, analisi e altre prove assimilabili;
 - e) il tempo necessario per l'espletamento degli adempimenti a carico dell'appaltatore comunque previsti dal presente Capitolato speciale;
 - f) le eventuali controversie tra l'appaltatore e i fornitori, subappaltatori, affidatari, altri incaricati dall'appaltatore né i ritardi o gli inadempimenti degli stessi soggetti;
 - g) le eventuali vertenze a carattere aziendale tra l'appaltatore e il proprio personale dipendente;
 - h) le sospensioni disposte dalla Stazione appaltante, dal Direttore dei lavori, dal Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione o dal R.U.P. per inosservanza delle misure di sicurezza dei lavoratori nel cantiere o inosservanza degli obblighi retributivi, contributivi, previdenziali o assistenziali nei confronti dei lavoratori impiegati nel cantiere;
 - i) le sospensioni disposte dal personale ispettivo del Ministero del lavoro e della previdenza sociale in relazione alla presenza di personale non risultante dalle scritture o da altra documentazione obbligatoria o in caso di reiterate violazioni della disciplina in materia di superamento dei tempi di lavoro, di riposo giornaliero e settimanale, ai sensi dell'articolo 14 del Decreto n. 81 del 2008, fino alla relativa revoca.
2. Non costituiscono altresì motivo di differimento dell'inizio dei lavori, della loro mancata regolare o continuativa conduzione secondo il relativo programma o della loro ritardata ultimazione i ritardi o gli inadempimenti di ditte, imprese, fornitori, tecnici o altri, titolari di rapporti contrattuali con la Stazione appaltante, se l'appaltatore non abbia tempestivamente denunciato per iscritto alla Stazione appaltante medesima le cause imputabili a dette ditte, imprese o fornitori o tecnici.
3. Le cause di cui ai commi 1 e 2 non possono costituire motivo per la richiesta di proroghe di cui all'articolo 15, di sospensione dei lavori di cui all'articolo 16, per la disapplicazione delle penali di cui all'articolo 18, né per l'eventuale risoluzione del Contratto ai sensi dell'articolo 21.

Art. 21. Risoluzione del contratto per mancato rispetto dei termini

1. L'eventuale ritardo imputabile all'appaltatore nel rispetto dei termini per l'ultimazione dei lavori superiore al 20% (venti per cento) del numero dei giorni previsti all'articolo 14 comma 1 produce la risoluzione del contratto, a discrezione della Stazione appaltante e senza obbligo di ulteriore motivazione, ai sensi dell'articolo 136 del Codice dei contratti.
2. La risoluzione del contratto trova applicazione dopo la formale messa in mora dell'appaltatore con assegnazione di un termine per compiere i lavori e in contraddittorio con il medesimo appaltatore.
3. Nel caso di risoluzione del contratto la penale di cui all'articolo 18, 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 2.

4. Sono dovuti dall'appaltatore i danni subiti dalla Stazione appaltante in seguito alla risoluzione del contratto, comprese le eventuali maggiori spese connesse al completamento dei lavori affidato 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 fidejussoria.

CAPO 4. CONTABILIZZAZIONE DEI LAVORI

Art. 22. Lavori a corpo

1. La valutazione del lavoro a corpo è effettuata secondo le specificazioni date nell'enunciazione e nelle descrizioni analitiche dei corpi d'opera 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 del lavoro 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 regole dell'arte.
3. La contabilità dei lavori a corpo sarà effettuata con riferimento ai singoli corpi d'opera ed alle eventuali sottocategorie riportate nella descrizione degli stessi corpi d'opera. La contabilità sarà, in concreto, effettuata sulla base delle aliquote percentuali con avvertenza che le percentuali stesse potranno essere ripartite, nei vari stati d'avanzamento, in proporzione ai lavori eseguiti; agli importi dei S.A.L. verrà detratto l'importo conseguente al ribasso offerto. Gli oneri per la sicurezza, non soggetti a ribasso, saranno aggiunti proporzionalmente all'ammontare dei lavori contabilizzati come in precedenza intendendosi come eseguita e liquidabile la quota parte proporzionale a quanto eseguito. Per i cantieri soggetti al coordinamento per la sicurezza di cui all'articolo 90, comma 3, del decreto n. 81 del 2008, la liquidazione di tali oneri è subordinata all'assenso del coordinatore per la sicurezza e la salute in fase di esecuzione.
4. L'elenco dei prezzi unitari e il computo metrico hanno validità ai soli fini della determinazione del prezzo a base d'asta in base al quale effettuare l'aggiudicazione, 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, anche ai sensi dell'articolo 118, comma 2, del d.P.R. n. 207 del 2010.
5. Per interventi che comprendono impianti o altri manufatti soggetti a certificazioni o collaudi tecnici specifici 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:
 - a) Tubazioni in PVC strutturato;
 - b) Impianto di sollevamento, comprese le vasche;
 - c) Pozzetti in c.a.v. prefabbricati.

Art. 23. Eventuali lavori a misura

1. Se in corso d'opera devono essere introdotte variazioni ai lavori ai sensi degli articoli 38 o 39, e per tali variazioni ricorrono le condizioni di cui all'articolo 43, comma 9, del d.P.R. n. 207 del 2010, per cui risulta eccessivamente oneroso individuarne in maniera certa e definita le quantità e pertanto non è possibile la loro definizione nel lavoro "a corpo", esse possono essere preventivate a misura. Le relative lavorazioni sono indicate nel provvedimento di approvazione della perizia con puntuale motivazione di carattere tecnico e con

l'indicazione dell'importo sommario del loro valore presunto e della relativa incidenza sul valore complessivo del contratto.

2. Nei casi di cui al comma 1, se le variazioni non sono valutabili mediante i prezzi unitari rilevabili dagli atti progettuali o di gara, si procede mediante la formazione dei nuovi prezzi ai sensi dell'articolo 40, fermo restando che le stesse variazioni possono essere predefinite, sotto il profilo economico, con atto di sottomissione "a corpo".
3. Non sono comunque riconosciuti nella valutazione ingrossamenti o aumenti dimensionali di alcun genere non rispondenti ai disegni di progetto se non saranno stati preventivamente autorizzati dalla Direzione lavori.
4. Nel corrispettivo per l'esecuzione degli eventuali lavori a misura 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 della perizia di variante.
5. La contabilizzazione delle opere e delle forniture è effettuata applicando alle quantità eseguite i prezzi unitari netti desunti dall'elenco dei prezzi unitari di cui all'articolo 3, comma 2.
6. Gli eventuali oneri per la sicurezza che fossero individuati a misura in relazione alle variazioni di cui al comma 1, sono valutati sulla base dei relativi prezzi di elenco, oppure formati ai sensi del comma 2, con le relative quantità.

Art. 24. Eventuali lavori in economia

1. La contabilizzazione degli eventuali lavori in economia previsti dal contratto, è effettuata con le modalità previste dall'articolo 179 del d.P.R. n. 207 del 2010, come segue:
 - a) per quanto riguarda i materiali, applicando il ribasso contrattuale ai prezzi unitari determinati contrattualmente;
 - b) per quanto riguarda il costo del personale o della manodopera e i trasporti e i noli, secondo i prezzi vigenti al momento della loro esecuzione, incrementati delle percentuali per spese generali e utili (se non già comprese nei prezzi vigenti) ed applicando il ribasso contrattuale esclusivamente su questi ultimi due addendi.
2. Gli oneri per la sicurezza individuati in economia, sono valutati senza alcun ribasso, fermo restando che le componenti stimate o contabilizzate in termini di manodopera, noli e trasporti, si applicano i prezzi vigenti al momento della loro esecuzione incrementati delle percentuali per spese generali e utili nelle misure di cui al comma 3.
3. La contabilizzazione degli eventuali lavori in economia introdotti in sede di variante è effettuata con le modalità previste dall'articolo 179 del d.P.R. n. 207 del 2010, come segue:
 - c) per quanti riguarda i materiali applicando il ribasso contrattuale ai prezzi unitari determinati ai sensi dell'articolo 40;
 - d) per quanto riguarda i trasporti, i noli e il costo del personale o della manodopera, secondo i prezzi vigenti al momento della loro esecuzione, incrementati delle percentuali per spese generali e utili (se non già comprese nei prezzi vigenti) ed applicando il ribasso contrattuale esclusivamente su queste due ultime componenti.
4. Gli eventuali oneri per la sicurezza individuati in economia sono valutati senza alcun ribasso, fermo restando che alle componenti stimate o contabilizzate in termini di manodopera, noli e trasporti, si applicano i prezzi vigenti al momento della loro esecuzione incrementati delle percentuali per spese generali e utili nelle misure di cui al comma 3.
5. Ai fini di cui al comma 1, lettera b) e comma 3 lettera b), le percentuali di incidenza delle spese generali e degli utili, sono determinate nella misura prevista dalle analisi dei prezzi integranti il progetto a base di gara o, in assenza di queste, nelle misure minime previste dall'articolo 32, comma 2, lettere b) e c), del d.P.R. n.

207 del 2010.

Art. 25. Materiali approvvigionati in cantiere

1. A discrezione dell'AMMINISTRAZIONE, i manufatti approvvigionati in cantiere il cui valore è superiore alla spesa per la loro messa in opera, qualora accettati dalla Direzione dei Lavori, potranno essere compresi negli stati di avanzamento dei lavori in aggiunta alle aliquote avanti stabilite. Non potranno comunque essere presi in considerazione manufatti che non siano destinati ad essere completamente impiegati in opere definitive facenti parte dell'appalto.
2. In conseguenza, in sede di contabilizzazione delle rate di acconto di cui all'articolo 27, all'importo dei lavori eseguiti potrà essere aggiunta la metà di quello dei manufatti provvisti a piè d'opera, da valutarsi a prezzi di contratto o, in difetto, a prezzi di stima.
3. I manufatti approvvigionati in cantiere e portati in contabilità rimangono a rischio e pericolo dell'appaltatore, e possono sempre essere rifiutati dal Direttore dei Lavori. Per quei manufatti che dovessero essere oggetto di furto, incendio, atti vandalici o danneggiamenti che li rendano non più utilizzabili, il loro importo verrà immediatamente detratto dalla contabilità.
4. I manufatti portati in contabilità dovranno risultare da un verbale di consistenza degli stessi, aggiornato di volta in volta, in relazione alla loro messa in opera o alla loro fornitura in cantiere. L'importo competente ai manufatti posti in opera verrà di volta in volta detratto dalla contabilità.

CAPO 5. DISCIPLINA ECONOMICA

Art. 26. Anticipazioni

1. Ai sensi dell'articolo 5, comma 1, del decreto-legge 28 marzo 1997, n. 79, convertito con modificazioni dalla legge 28 maggio 1997, n. 140, e dell'articolo 140, comma 1, del d.P.R. n. 207 del 2010, non sarebbe dovuta alcuna anticipazione sui lavori da svolgere. Si applicano, comunque, le disposizioni di Legge vigenti al momento dell'appalto.
2. L'AMMINISTRAZIONE può avvalersi della facoltà di chiedere all'Appaltatore l'anticipazione di somme per il pagamento di lavori, provviste o canoni richiesti da Enti terzi relative all'opera appaltata, ma non compresi nell'appalto.
3. In tal caso sulle somme anticipate spetterà all'Appaltatore l'interesse legale per la durata della anticipazione.

Art. 27. Pagamenti in acconto

1. Le rate di acconto sono dovute ogni qualvolta l'importo dei lavori eseguiti, contabilizzati ai sensi degli articoli 22, 23, 24 e 25, al netto del ribasso d'asta e della ritenuta di cui al successivo comma 2, e al netto dell'importo delle rate di acconto precedenti, raggiungono un importo non inferiore a €150.000,00 (diconsi euro centocinquantamila/00).
2. Ai sensi dell'articolo 4, comma 3, del d.P.R. n. 207 del 2010, a garanzia dell'osservanza delle norme in materia di contribuzione previdenziale e assistenziale, sull'importo netto progressivo dei lavori è operata una ritenuta dello 0,50% (zero virgola cinquanta per cento), da liquidarsi, nulla ostando, in sede di conto finale.
3. Entro 45 (quarantacinque) giorni dal verificarsi delle condizioni di cui al comma 1:
 - a) il direttore dei lavori redige la contabilità ed emette lo stato di avanzamento dei lavori, ai sensi dell'articolo 194 del d.P.R. n. 207 del 2010, che deve recare la dicitura: «lavori a tutto il» con l'indicazione della data di chiusura;
 - b) il R.U.P. emette il conseguente certificato di pagamento, ai sensi dell'articolo 195 del d.P.R. n. 207 del 2010, che deve riportare esplicitamente il riferimento al relativo stato di avanzamento dei lavori di cui alla lettera a), con l'indicazione della data di emissione.
4. La Stazione appaltante provvede al pagamento del predetto certificato entro i successivi 30 (trenta) giorni, mediante emissione dell'apposito mandato e alla successiva erogazione a favore dell'appaltatore, previa presentazione di regolare fattura fiscale.
5. Ai sensi dell'articolo 141, comma 3, del d.P.R. n. 207 del 2010, se i lavori rimangono sospesi per un periodo superiore a 45 (quarantacinque) giorni, per cause non dipendenti dall'appaltatore, si provvede alla redazione dello stato di avanzamento e all'emissione del certificato di pagamento, prescindendo dall'importo minimo di cui al comma 1.
6. In deroga alla previsione del comma 1, se i lavori eseguiti raggiungono un importo pari o superiore al 90% (novanta per cento) dell'importo contrattuale, può essere emesso uno stato di avanzamento per un importo inferiore a quello minimo previsto allo stesso comma 1, ma non superiore al 95% (novantacinque per cento) dell'importo contrattuale. Non può essere emesso alcun stato di avanzamento quando la differenza tra l'importo contrattuale e i certificati di pagamento già emessi sia inferiore al 5% (CINQUE per cento) dell'importo contrattuale medesimo. L'importo residuo dei lavori è contabilizzato nel conto finale e liquidato ai sensi dell'articolo 28. Per importo contrattuale si intende l'importo del contratto originario eventualmente adeguato in base all'importo degli atti di sottomissione approvati.
7. L'emissione di ogni certificato di pagamento è subordinata:
 - a) all'acquisizione del DURC dell'appaltatore, ai sensi dell'articolo 53, comma 2;
 - b) agli adempimenti di cui all'articolo 49 in favore dei subappaltatori e subcontraenti, se sono stati stipulati

contratti di subappalto o subcontratti di cui allo stesso articolo;

- c) all'ottemperanza alle prescrizioni di cui all'articolo 66 in materia di tracciabilità dei pagamenti.
8. In caso di ritardo nel pagamento delle retribuzioni dovute al personale dipendente dell'appaltatore, dei subappaltatori o dei soggetti titolari di subappalti e cottimi, impiegato nel cantiere, il R.U.P. invita per iscritto il soggetto inadempiente, e in ogni caso l'appaltatore, a provvedere entro 15 (quindici) giorni. Decorso infruttuosamente tale termine senza che sia stata contestata formalmente e motivatamente la fondatezza della richiesta, la Stazione appaltante provvede alla liquidazione del certificato di pagamento trattenendo una somma corrispondente ai crediti vantati dal personale dipendente, ai fini di cui all'articolo 52, comma 2.

Art. 28. Ultimazione dei lavori – Conto finale – Collaudo - Pagamenti a saldo

28.1 Ultimazione dei lavori

1. Non appena avvenuta l'ultimazione dei lavori l'Appaltatore informerà per iscritto il Direttore dei Lavori che, procederà entro 10 giorni ad emettere l'apposito certificato in doppio esemplare. Entro 30 giorni dalla data 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'appaltatore è tenuto a eliminare a sue spese nel termine fissato e con le modalità prescritte dal direttore dei lavori, fatto salvo il risarcimento del danno alla Stazione appaltante. In caso di ritardo nel ripristino, si applica la penale per i ritardi prevista dall'articolo 18, in proporzione 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. In ogni caso alla data di scadenza prevista dal contratto, il direttore dei Lavori redige in contraddittorio con l'esecutore un verbale di constatazione sullo stato dei lavori (art. 199 comma 1 del Regolamento).
3. Il certificato di ultimazione può 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 (articolo 199 comma 2 del Regolamento).
4. Qualora dall'accertamento risultasse la necessità di rifare o modificare qualche opera, per esecuzione non perfetta, l'Appaltatore dovrà effettuare i rifacimenti e le modifiche ordinate, nel tempo che gli verrà prescritto e che verrà considerato, agli effetti di eventuali ritardi, come tempo impiegato per i lavori.
5. L'Appaltatore non avrà diritto allo scioglimento del contratto né ad alcuna indennità ove i lavori, per qualsiasi causa non imputabile all'Amministrazione, non fossero ultimati nel termine contrattuale (per qualunque maggior tempo impiegato).

28.2 Conto Finale

1. Il conto finale dei lavori è redatto in conformità al contenuto del comma 2 dell'articolo 200 del Regolamento entro 90 (novanta) giorni dalla data della loro ultimazione, accertata con apposito verbale; è sottoscritto dal Direttore di lavori e trasmesso al R.U.P.; col conto finale è accertato e proposto l'importo della rata di saldo, qualunque sia il suo ammontare. La rata di saldo unitamente alle ritenute di cui all'art. 27 comma 2, nulla ostando, è pagata secondo quanto previsto al successivo 28.4.
2. Il conto finale dei lavori deve essere sottoscritto dall'appaltatore, su richiesta del R.U.P., entro il termine perentorio di 20 (venti) giorni; se l'appaltatore non firma il conto finale nel termine indicato, o se lo firma senza confermare le domande già formulate nel registro di contabilità, il conto finale si ha come da lui

definitivamente accettato. Il R.U.P. formula in ogni caso una sua relazione al conto finale in conformità al disposto dell'articolo 202 del Regolamento.

28.3 Collaudo

1. A prescindere dai collaudi parziali che potranno essere disposti dall'Amministrazione, le operazioni di collaudo definitivo saranno portate a compimento nel termine di MESI SEI dalla data di ultimazione dei lavori con l'emissione del relativo certificato e l'invio dei documenti all'Amministrazione, salvo il caso previsto dall'art. 219 comma 3 del Regolamento.
2. L'Appaltatore dovrà, a propria cura e spese, mettere a disposizione del Collaudatore gli operai ed i mezzi d'opera occorrenti per le operazioni di collaudo e per i lavori di ripristino resi necessari per i saggi eventualmente eseguiti. Dovrà fornire altresì l'energia necessaria (anche generata in posto) all'esecuzione di prove e verifiche varie nonché l'acqua occorrente, anche con approvvigionamenti eccezionali.
3. Qualora durante il collaudo venissero accertati i difetti di cui all'art. 227 del citato Regolamento, l'Appaltatore sarà tenuto ad eseguire tutti i lavori che il Collaudatore riterrà necessari, nel tempo dallo stesso assegnato, ove l'Appaltatore non ottemperasse a tali obblighi, il Collaudatore potrà disporre che sia provveduto d'ufficio e la spesa relativa, ivi compresa la penale per l'eventuale ritardo, verrà dedotta dal residuo credito ove capiente o dalla escussione (parziale o totale) della cauzione definitiva di cui al precedente Art. 35.
4. Il certificato di collaudo, redatto secondo le modalità di cui all'art. 229 del Regolamento, ha carattere provvisorio ed assumerà carattere definitivo decorsi due anni dalla data della relativa emissione, ovvero nel caso di emissione ritardata, decorsi trenta mesi dall'ultimazione dei lavori. Decorso tale termine, il collaudo si intenderà tacitamente approvato ancorché l'atto formale di approvazione non sia intervenuto entro due mesi dalla scadenza del medesimo termine. Ai sensi dell'articolo 141 comma 3 del Regolamento per i lavori di importo sino a 500 mila euro il certificato di collaudo è sostituito da quello di regolare esecuzione; per i lavori di importo superiore ma non eccedente il milione di euro, è in facoltà dell'AMMINISTRAZIONE sostituire il certificato di collaudo con quello di regolare esecuzione. Il certificato di regolare esecuzione è comunque emesso non oltre sei mesi dalla data di ultimazione dei lavori. Esso assume carattere definitivo trascorsi 2 anni dalla data di emissione. Decorso tale termine, il certificato di regolare esecuzione si intende tacitamente approvato anche se l'atto formale di approvazione non sia intervenuto.
5. Sino a che non sia intervenuto, con esito favorevole, il collaudo definitivo delle opere, la manutenzione delle stesse, ordinaria e straordinaria, dovrà essere fatta a cura e spese dell'Appaltatore. Per tutto il periodo intercorrente fra l'esecuzione ed il collaudo e salve le maggiori responsabilità sancite dall'art. 1669 C.C., l'Appaltatore è quindi garante delle opere e delle forniture eseguite obbligandosi a sostituire i materiali che si mostrassero non rispondenti alle prescrizioni contrattuali ed a riparare tutti i guasti e le degradazioni che dovessero verificarsi anche in conseguenza dell'uso, purché corretto, delle opere. In tale periodo la manutenzione dovrà essere eseguita nel modo più tempestivo, anche in presenza di traffico e senza interruzione dello stesso, con le dovute cautele e segnalazioni di sicurezza ed in ogni caso, sotto pena d'intervento d'ufficio, nei termini prescritti dalla Direzione Lavori. Per cause stagionali o per altre cause potrà essere concesso all'Appaltatore di procedere ad interventi di carattere provvisorio, salvo a provvedere alle riparazioni definitive, a regola d'arte, appena possibile. Qualora nel periodo intercorrente tra l'ultimazione dei lavori ed il collaudo si verificassero degli ammaloramenti o dei dissesti nel corpo stradale e nelle relative opere d'arte, per fatto indipendente dalla qualità di esecuzione dei lavori da parte dell'Appaltatore, questo avrà l'obbligo di notificare detti eventi all'Amministrazione entro cinque giorni dal loro verificarsi, per le necessarie constatazioni che la stessa dovrà disporre. L'Appaltatore tuttavia, su esplicita richiesta, sarà tenuto a porre in atto tutti gli interventi riparatori e di ripristino necessari con orari lavorativi, se occorre, estesi anche alle ore notturne. Ove l'Amministrazione intendesse ritardare l'esecuzione degli strati di usura (tappeto), ed aprire al traffico la sede stradale sugli strati di collegamento (binder, ecc.), la manutenzione del piano viabile sarà del pari a totale carico dell'Appaltatore fino al collaudo del tappeto di usura. In ogni caso all'atto del collaudo le superfici dovranno apparire in stato di perfetta conservazione, senza segni di sgretolamento, solcature, ormai e, ondulazioni, screpolature, ecc. Gli spessori degli strati

dovranno comunque risultare esattamente conformi a quelli ordinati ammettendosi al massimo per gli strati di usura (o di collegamento), una diminuzione di 1 mm/anno per effetto di costipamento da traffico e/o usura. Qualora i rifacimenti manutentori effettuati dall'Appaltatore nel periodo di manutenzione dovessero ammontare all'atto del collaudo ad oltre 1/10 della superficie complessiva della pavimentazione, l'Amministrazione potrà rifiutare collaudo della stessa ed ordinarne il rifacimento integrale, salvo la richiesta di maggiori danni.

6. Per tutti gli effetti di legge e, in particolare, per quanto attiene ai termini di cui agli artt. 1667 e 1669 C.C. con l'emissione del certificato di favorevole collaudo o del certificato di regolare esecuzione e dalla data di approvazione dello stesso, avrà luogo la presa in consegna delle opere da parte dell'Amministrazione.

28.4 Pagamenti a saldo

1. La rata di saldo, unitamente alle ritenute di cui all'articolo 27, comma 2, nulla ostando, è pagata entro 90 (novanta) giorni dopo l'avvenuta emissione del certificato di collaudo provvisorio previa presentazione di regolare fattura fiscale. Il pagamento della rata di saldo non costituisce presunzione di accettazione dell'opera, ai sensi dell'articolo 1666, secondo comma, del codice civile. Il pagamento della rata di saldo è disposto solo a condizione che l'appaltatore presenti apposita garanzia fideiussoria ai sensi dell'articolo 141, comma 9, del Codice dei contratti e dell'articolo 124, comma 3, del d.P.R. n. 207 del 2010, emessa nei termini e alle condizioni che seguono:
 - a) un importo garantito almeno pari all'importo della rata di saldo, maggiorato dell'I.V.A. all'aliquota di legge, maggiorato altresì del tasso legale di interesse applicato al periodo di due anni;
 - b) efficacia dalla data di erogazione della rata di saldo con estinzione due anni dopo l'emissione del certificato di collaudo provvisorio;
 - c) prestata con atto di fideiussione rilasciato da una banca o da un intermediario finanziario autorizzato o con polizza fideiussoria rilasciata da impresa di assicurazione, conforme alla scheda tecnica 1.4, allegata al decreto ministeriale 12 marzo 2004, n. 123, in osservanza delle clausole di cui allo schema tipo 1.4 allegato al predetto decreto.
2. 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.
3. L'appaltatore e il direttore dei lavori devono utilizzare la massima diligenza e professionalità, nonché improntare il proprio comportamento a buona fede, al fine di evidenziare tempestivamente i vizi e i difetti riscontrabili nonché le misure da adottare per il loro rimedio.
4. Al pagamento della rata a saldo si applicano le condizioni di cui all'articolo 27, commi 7 e 8.

Art. 29. Ritardi nel pagamento delle rate di acconto

1. Non sono dovuti interessi per i primi 45 (quarantacinque) giorni intercorrenti tra il verificarsi delle condizioni e delle circostanze per l'emissione del certificato di pagamento ai sensi dell'articolo 31 e la sua effettiva emissione e messa a disposizione della Stazione appaltante per la liquidazione; trascorso tale termine senza che sia emesso il certificato di pagamento, sono dovuti all'appaltatore gli interessi legali per i primi 60 (sessanta) giorni di ritardo; trascorso infruttuosamente anche questo termine spettano all'appaltatore gli interessi di mora nella misura stabilita con apposito decreto ministeriale di cui all'articolo 133, comma 1, del Codice dei contratti.
2. Non sono dovuti interessi per i primi 30 (trenta) giorni intercorrenti tra l'emissione del certificato di pagamento e il suo effettivo pagamento a favore dell'appaltatore; trascorso tale termine senza che la Stazione appaltante abbia provveduto al pagamento, sono dovuti all'appaltatore gli interessi legali per i primi 60 (sessanta) giorni di ritardo; trascorso infruttuosamente anche questo termine spettano

all'appaltatore gli interessi di mora nella misura stabilita con apposito decreto ministeriale di cui all'articolo 133, comma 1, del Codice dei contratti.

3. Il pagamento degli interessi avviene d'ufficio in occasione del pagamento, in acconto o a saldo, immediatamente successivo, senza necessità di domande o riserve; il pagamento dei predetti interessi prevale sul pagamento delle somme a titolo di esecuzione dei lavori.
4. E' facoltà dell'appaltatore, trascorsi i termini di cui ai commi precedenti, oppure nel caso in cui l'ammontare delle rate di acconto, per le quali non sia stato tempestivamente emesso il certificato o il titolo di spesa, raggiunga il quarto dell'importo netto contrattuale, di agire ai sensi dell'articolo 1460 del codice civile, rifiutando di adempiere alle proprie obbligazioni se la Stazione appaltante non provveda contemporaneamente al pagamento integrale di quanto maturato; in alternativa, è facoltà dell'appaltatore, previa costituzione in mora della Stazione appaltante, promuovere il giudizio arbitrale per la dichiarazione di risoluzione del contratto, trascorsi 60 (sessanta) giorni dalla data della predetta costituzione in mora, in applicazione dell'articolo 133, comma 1, del Codice dei contratti.
5. Per ogni altra condizione trova applicazione l'articolo 144 del d.P.R. n. 207 del 2010.

Art. 30. Ritardi nel pagamento della rata di saldo

1. Per il pagamento della rata di saldo in ritardo rispetto al termine stabilito all'articolo 28, 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 protrae per ulteriori 60 (sessanta) giorni, oltre al termine stabilito al comma 1, sulle stesse somme sono dovuti gli interessi di mora in applicazione all'art. 133 comma 1 del Codice dei contratti.

Art. 31. Revisione prezzi e adeguamento del corrispettivo

1. Ai sensi dell'articolo 133, commi 2 e 3 del Codice dei contratti, è esclusa qualsiasi revisione dei prezzi e non trova applicazione l'articolo 1664, primo comma, del codice civile.
2. Ai sensi dell'articolo 133, commi 4, 5, 6 e 7, del Codice dei contratti, in deroga a quanto previsto dal comma 1, se il prezzo di singoli materiali da costruzione, per effetto di circostanze eccezionali, subisce variazioni in aumento o in diminuzione, superiori al 10% (dieci per cento) rispetto al prezzo rilevato dal Ministero delle infrastrutture e dei trasporti nell'anno di presentazione dell'offerta con apposito decreto, si fa luogo a compensazioni, in aumento o in diminuzione, per la metà della percentuale eccedente il 10% (dieci per cento), alle seguenti condizioni:
 - a) le compensazioni in aumento sono ammesse con il limite di importo costituito da:
 - a.1) somme appositamente accantonate per imprevisti, nel quadro economico dell'intervento, in misura non inferiore all'1% (uno per cento) dell'importo dei lavori, al netto di quanto già eventualmente impegnato contrattualmente per altri scopi o con altri soggetti;
 - a.2) eventuali altre somme a disposizione della stazione appaltante per lo stesso intervento nei limiti della relativa autorizzazione di spesa;
 - a.3) somme derivanti dal ribasso d'asta, se non è stata prevista una diversa destinazione;
 - a.4) somme disponibili relative ad altri interventi ultimati di competenza della stazione appaltante nei limiti della residua spesa autorizzata e disponibile;
 - b) all'infuori di quanto previsto dalla lettera a), non possono essere assunti o utilizzati impegni di spesa comportanti nuovi o maggiori oneri per la stazione appaltante;
 - c) la compensazione è determinata applicando la metà della percentuale di variazione che eccede il 10% (dieci per cento) al prezzo dei singoli materiali da costruzione impiegati nelle lavorazioni

contabilizzate nell'anno solare precedente al decreto ministeriale, nelle quantità accertate dal Direttore dei lavori;

- d) le compensazioni sono liquidate senza necessità di iscrizione di riserve ma a semplice richiesta di una delle parti, accreditando o addebitando il relativo importo, a seconda del caso, ogni volta che siano maturate le condizioni di cui al presente comma, entro i successivi 60 (sessanta) giorni, a cura della direzione lavori se non è ancora stato emesso il certificato di collaudo provvisorio, a cura del R.U.P. in ogni altro caso;
 - e) per interventi finanziati o cofinanziati dal CIPE l'utilizzo delle somme di cui alla lettera a) deve essere autorizzato dallo stesso CIPE.
3. Fermo restando quanto previsto al comma 2, se, per cause non imputabili all'appaltatore, la durata dei lavori si protrae fino a superare i due anni dal loro inizio, al contratto si applica il prezzo chiuso, consistente nel prezzo dei lavori al netto del ribasso d'asta, aumentato di una percentuale, determinata con decreto ministeriale, da applicarsi, nel caso in cui la differenza tra il tasso di inflazione reale e il tasso di inflazione programmato nell'anno precedente sia superiore al 2% (due per cento), all'importo dei lavori ancora da eseguire per ogni anno intero previsto per l'ultimazione dei lavori stessi.
 4. La compensazione dei prezzi di cui al comma 2 o l'applicazione dell'aumento sul prezzo chiuso di cui al comma 3, deve essere richiesta dall'appaltatore, con apposita istanza, entro 60 (sessanta) giorni dalla pubblicazione in Gazzetta dei relativi decreti ministeriali. Trascorso il predetto termine decade ogni diritto alla compensazione dei prezzi di cui al comma 2 e all'applicazione dell'aumento sul prezzo chiuso di cui al comma 3.

Art. 32. Anticipazione del pagamento di taluni materiali

1. Non è prevista l'anticipazione del pagamento sui materiali o su parte di essi.

Art. 33. Cessione del contratto e cessione dei crediti

1. E' vietata la cessione del contratto sotto qualsiasi forma; ogni atto contrario è nullo di diritto. E vietata inoltre l'associazione in partecipazione nonché qualsiasi modificazione alla composizione delle associazioni temporanee e dei consorzi di cui all'art. 10, comma 1°, lett. d) ed e) della Legge n. 109/94 e della norma corrispondente del D.L.vo 12.04.2006 n° 163 rispetto a quella risultante dall'impegno presentato in sede di offerta. L'inosservanza dei divieti comporterà l'annullamento dell'aggiudicazione o la nullità del contratto, nonché l'esclusione dei concorrenti riuniti in associazione o consorzio concomitanti o successivi alle procedure di affidamento.
2. E' ammessa la cessione dei crediti, ai sensi del combinato disposto dell'articolo 117 del Codice dei contratti e della legge 21 febbraio 1991, n. 52, a condizione che il cessionario sia un istituto bancario o un intermediario finanziario iscritto nell'apposito Albo presso la Banca d'Italia e che il contratto di cessione, in originale o in copia autenticata, sia trasmesso alla Stazione appaltante prima o contestualmente al certificato di pagamento sottoscritto dal R.U.P.

CAPO 6. CAUZIONI E GARANZIE

Art. 34. Cauzione provvisoria

1. Ai sensi dell'articolo 75, commi 1 e 2, del Codice dei contratti, agli offerenti è richiesta una cauzione provvisoria con le modalità e alle condizioni cui al bando di gara e al disciplinare di gara.

Art. 35. Cauzione definitiva

1. Ai sensi dell'articolo 113, comma 1, del Codice dei contratti, e dell'articolo 123 del d.P.R. n. 207 del 2010, è richiesta una garanzia fideiussoria a titolo di cauzione definitiva, pari al 10% (dieci per cento) dell'importo contrattuale; se l'aggiudicazione è fatta in favore di un'offerta inferiore all'importo a base d'asta in misura superiore al 10% (dieci per cento), la garanzia fideiussoria è aumentata di tanti punti percentuali quanti sono quelli eccedenti il 10% (dieci per cento); se il ribasso sia superiore al 20% (venti per cento), l'aumento è di due punti percentuali per ogni punto di ribasso eccedente la predetta misura percentuale.
2. La garanzia fideiussoria è prestata mediante atto di fideiussione rilasciato da una banca o da un intermediario finanziario autorizzato o polizza fideiussoria rilasciata da un'impresa di assicurazione, in conformità alla scheda tecnica 1.2, allegata al d.m. n. 123 del 2004, in osservanza delle clausole di cui allo schema tipo 1.2 allegato al predetto decreto, integrata dalla clausola esplicita di rinuncia all'eccezione di cui all'articolo 1957, comma 2, del codice civile, in conformità all'articolo 113, commi 2 e 3, del Codice dei contratti. La garanzia è presentata in originale alla Stazione appaltante prima della formale sottoscrizione del contratto, anche limitatamente alla scheda tecnica.
3. La garanzia è progressivamente svincolata a misura dell'avanzamento dell'esecuzione, nel limite massimo del 75% (settantacinque per cento) dell'iniziale importo garantito; lo svincolo è automatico, senza necessità di benestare 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.
4. La garanzia, per il rimanente ammontare residuo del 25% (venticinque per cento), cessa di avere effetto ed è svincolata automaticamente all'emissione del certificato di collaudo provvisorio; lo svincolo e l'estinzione avvengono di diritto, senza necessità di ulteriori atti formali, richieste, autorizzazioni, dichiarazioni liberatorie o restituzioni.
5. La Stazione appaltante può avvalersi della garanzia fideiussoria, parzialmente o totalmente, per le spese dei lavori da eseguirsi d'ufficio nonché per il rimborso delle maggiori somme pagate durante l'appalto in confronto ai risultati della liquidazione finale; l'incameramento della garanzia avviene con atto unilaterale della Stazione appaltante senza necessità di dichiarazione giudiziale, fermo restando il diritto dell'appaltatore di proporre azione innanzi l'autorità giudiziaria ordinaria.
6. La garanzia fideiussoria è tempestivamente reintegrata nella misura legale di cui al combinato disposto dei commi 1 e 3 se, in corso d'opera, è stata incamerata, parzialmente o totalmente, dalla Stazione appaltante; in caso di variazioni al contratto per effetto di successivi atti di sottomissione, la medesima garanzia può essere ridotta in caso di riduzione degli importi contrattuali, mentre non è integrata in caso di aumento degli stessi importi fino alla concorrenza di un quinto dell'importo originario.
7. Ai sensi dell'articolo 146, comma 1, del d.P.R. n. 207 del 2010, in caso di raggruppamento temporaneo o di consorzio ordinario la garanzia è prestata dall'impresa mandataria in nome e per conto di tutti i concorrenti raggruppati con responsabilità solidale ai sensi dell'articolo 37, comma 5, del Codice dei contratti.
8. Ai sensi dell'articolo 113, comma 4, del Codice dei contratti, la mancata costituzione della garanzia di cui al comma 1 determina la decadenza dell'affidamento e l'acquisizione della cauzione provvisoria di cui all'articolo 34 da parte della Stazione appaltante, che aggiudica l'appalto al concorrente che segue nella graduatoria.

Art. 36. Riduzione delle garanzie

1. Ai sensi degli articoli 40, comma 7, e 75, comma 7, del Codice dei contratti, l'importo della cauzione provvisoria di cui all'articolo 34 e l'importo della garanzia fideiussoria di cui all'articolo 35 sono ridotti al 50 per cento per i concorrenti ai quali sia stata rilasciata, da organismi accreditati ai sensi delle norme europee della serie UNI CEI EN ISO/IEC 17000, la certificazione del sistema di qualità conforme alle norme europee della serie europea UNI CEI ISO 9001:2008, di cui agli articoli 3, comma 1, lettera mm) e 63, del d.P.R. n. 207 del 2010. La certificazione deve essere stata rilasciata per il settore EA28 e per le categorie di pertinenza.
2. In caso di raggruppamento temporaneo di concorrenti di tipo orizzontale le riduzioni di cui al comma 1 sono accordate se il possesso del requisito di cui al comma 1 è comprovato da tutte le imprese in raggruppamento.
3. In caso di raggruppamento temporaneo o di consorzio ordinario di tipo verticale le riduzioni di cui al comma 1 sono accordate esclusivamente per le quote di incidenza delle lavorazioni appartenenti alle categorie assunte integralmente da imprese in raggruppamento in possesso del requisito di cui al comma 1; tale beneficio non è frazionabile tra imprese che assumono lavorazioni appartenenti alla medesima categoria.
4. In caso di avvalimento del sistema di qualità ai sensi dell'articolo 49 del Codice dei contratti, 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.
5. 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 o da separata certificazione ai sensi del comma 1.
6. In deroga al comma 5, in caso di raggruppamento temporaneo o di consorzio ordinario, il possesso del requisito di cui al comma 1 può essere comprovato da separata certificazione di cui al comma 1 se l'impresa, in relazione allo specifico appalto e in ragione dell'importo dei lavori che dichiara di assumere, non è tenuta al possesso della certificazione del sistema di qualità in quanto assuntrice di lavori per i quali è sufficiente l'attestazione SOA in classifica II.

Art. 37. Obblighi assicurativi a carico dell'appaltatore

1. Ai sensi dell'articolo 129, comma 1, del Codice dei contratti, e dell'articolo 125, del d.P.R. n. 207 del 2010, l'appaltatore è obbligato, contestualmente alla sottoscrizione del contratto e in ogni caso almeno 10 (dieci) giorni prima della data prevista per la consegna dei lavori ai sensi dell'articolo 13, a produrre una polizza assicurativa che tenga indenne la Stazione appaltante da tutti i rischi di esecuzione e che preveda anche una garanzia di responsabilità civile per danni causati a terzi nell'esecuzione dei lavori. La polizza assicurativa è prestata da un'impresa di assicurazione autorizzata alla copertura dei rischi ai quali si riferisce l'obbligo di assicurazione.
2. La copertura delle predette garanzie assicurative decorre dalla data di consegna dei lavori e cessa alle ore 24 del giorno di emissione del certificato di collaudo provvisorio e comunque decorsi 12 (dodici) mesi dalla data di ultimazione dei lavori risultante dal relativo certificato; in caso di emissione del certificato di collaudo provvisorio 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. Il premio è stabilito in misura unica e indivisibile per le coperture di cui ai commi 3 e 4. Le garanzie assicurative sono efficaci anche in caso di omesso o ritardato pagamento delle somme dovute a titolo di premio da parte dell'esecutore fino ai successivi due mesi e devono essere prestate in conformità allo schema-tipo 2.3 allegato al d.m. n. 123 del 2004.
3. La garanzia assicurativa contro tutti i rischi di esecuzione da qualsiasi causa determinati deve coprire tutti i danni subiti dalla Stazione appaltante a causa del danneggiamento o della distruzione totale o parziale di impianti e opere, anche preesistenti, salvo quelli derivanti da errori di progettazione, insufficiente

progettazione, azioni di terzi o cause di forza maggiore; tale polizza deve essere stipulata nella forma «Contractors All Risks» (C.A.R.) e deve:

- a) prevedere una somma assicurata non inferiore all'importo del contratto, così distinta:
 - partita 1) per le opere oggetto del contratto: importo del contratto stesso, al netto degli importi di cui alle partite 2) e 3),
 - partita 2) per le opere preesistenti: euro 100.000,00,
 - partita 3) per demolizioni e sgomberi: euro 100.000,00,
 - b) essere integrata in relazione alle somme assicurate in caso di approvazione di lavori aggiuntivi affidati a qualsiasi titolo all'appaltatore.
4. 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 .
5. Se il contratto di assicurazione prevede importi o percentuali di scoperto o di franchigia, queste condizioni:
- a) in relazione all'assicurazione contro tutti i rischi di esecuzione di cui al comma 3, tali franchigie o scoperti non sono opponibili alla Stazione appaltante;
 - b) in relazione all'assicurazione di responsabilità civile di cui al comma 4, tali franchigie o scoperti non sono opponibili alla Stazione appaltante.
6. Le garanzie di cui ai commi 3 e 4, prestate dall'appaltatore coprono senza alcuna riserva anche i danni causati dalle imprese subappaltatrici e subfornitrici. Se l'appaltatore è un raggruppamento temporaneo o un consorzio ordinario, giusto il regime delle responsabilità solidale disciplinato dall'articolo 37, comma 5, del Codice dei contratti, e dall'articolo 128, comma 1, del d.P.R. n. 207 del 2010, la garanzia assicurativa è prestata dall'impresa mandataria in nome e per conto di tutti i concorrenti raggruppati o consorziati.

CAPO 7. DISPOSIZIONI PER L'ESECUZIONE

Art. 38. 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 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 dagli articoli 43, comma 8, 161 e 162 del d.P.R. n. 207 del 2010 e dall'articolo 132 del Codice dei contratti.
2. 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.
3. Qualunque reclamo o riserva che l'appaltatore si credesse in diritto di opporre, deve essere presentato per iscritto alla direzione lavori prima dell'esecuzione dell'opera oggetto della contestazione. Non sono prese in considerazione domande di maggiori compensi su quanto stabilito in contratto, per qualsiasi natura o ragione, se non vi è accordo preventivo scritto prima dell'inizio dell'opera oggetto di tali richieste.
4. 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 5 % (cinque 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.
5. 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 obiettive esigenze derivanti da circostanze sopravvenute e imprevedibili al momento della stipula del contratto. L'importo in aumento relativo a tali varianti non può superare il 5% (cinque 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.
6. 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.
7. Non costituiscono variante, ai sensi dei commi precedenti, i maggiori costi dei lavori in economia introdotti in sede di variante, causati dalla differenza tra i costi di cui all'articolo 24, comma 1, lettera b), vigenti al momento dell'esecuzione dei predetti lavori in economia 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.
8. Nel caso di cantieri rientranti tra le fattispecie ex art. 90, comma 3, decreto n. 81 del 2008, 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 43, con i relativi costi non assoggettati a ribasso, e con i conseguenti adempimenti di cui all'articolo 44, nonché l'adeguamento dei piani operativi di cui all'articolo 45.

Art. 39. Varianti per errori od omissioni progettuali

1. Se, per il manifestarsi di errori od omissioni imputabili alle carenze del progetto esecutivo, si rendono necessarie varianti che possono pregiudicare, in tutto o in parte, la realizzazione dell'opera oppure la sua utilizzazione, e che sotto il profilo economico eccedono il quinto dell'importo originario del contratto, la Stazione appaltante procede alla risoluzione del contratto con indizione di una nuova gara alla quale è invitato l'appaltatore originario.

2. In tal caso la risoluzione del contratto comporta il pagamento dei lavori eseguiti, dei materiali utili e del 10% (dieci per cento) dei lavori non eseguiti, fino a quattro quinti dell'importo del contratto originario.
3. I titolari dell'incarico di progettazione sono responsabili dei danni subiti dalla Stazione appaltante; si considerano errore od omissione di progettazione l'inadeguata valutazione dello stato di fatto, la mancata od erronea identificazione della normativa tecnica vincolante per la progettazione, il mancato rispetto dei requisiti funzionali ed economici prestabiliti e risultanti da prova scritta, la violazione delle norme di diligenza nella predisposizione degli elaborati progettuali.
4. Trova applicazione la disciplina di cui all'articolo 54, commi 4, 5 e 6, in quanto compatibile.

Art. 40. Prezzi applicabili ai nuovi lavori e nuovi prezzi

1. Le eventuali variazioni sono valutate mediante l'applicazione dei prezzi di cui all'elenco prezzi contrattuale come determinati ai sensi dell'articolo 3, comma 3.
2. Se tra i prezzi di cui all'elenco prezzi contrattuale di cui al comma 1 non sono previsti prezzi per i lavori in variante, si procede alla formazione di nuovi prezzi, mediante apposito verbale di concordamento, con i criteri di cui all'articolo 163 del d.P.R. n. 207 del 2010.

CAPO 8. DISPOSIZIONI IN MATERIA DI SICUREZZA

Art. 41. Adempimenti preliminari in materia di sicurezza

1. Ai sensi dell'articolo 90, comma 9, e dell'allegato XVII al Decreto n. 81 del 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 se questi sono 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, 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 all'acquisizione d'ufficio del DURC, ai sensi dell'articolo 53, comma 2;
 - 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 Decreto n. 81 del 2008. Ai sensi dell'articolo 29, comma 5, secondo periodo, del Decreto n. 81 del 2008, se l'impresa occupa fino a 10 lavoratori, la valutazione dei rischi, fino alla scadenza del diciottesimo mese successivo alla data di entrata in vigore del decreto interministeriale di cui all'articolo 6, comma 8, lettera f), del predetto Decreto n. 81 del 2008 e, comunque, non oltre il 31 dicembre 2012, la valutazione dei rischi può essere autocertificata;
 - f) una dichiarazione di non essere destinatario di provvedimenti di sospensione o di interdizione di cui all'articolo 14 del Decreto n. 81 del 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 Decreto n. 81 del 2008.
 - b) del proprio Medico competente di cui all'articolo 38 del Decreto n. 81 del 2008;
 ed inoltre:
 - c) l'accettazione del piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'articolo 43, con le eventuali richieste di adeguamento di cui all'articolo 44;
 - d) il piano operativo di sicurezza di cui all'articolo 45.
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, di cui agli articoli 34, comma 1, lettere b) e c), del Codice dei contratti, se il consorzio intende 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 37, comma 7, e 36, del Codice dei contratti, se il consorzio è privo di personale deputato alla esecuzione dei lavori; se sono 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, se l'appaltatore è un raggruppamento temporaneo di cui all'articolo 34, comma 1, lettera d), del Codice dei contratti; l'impresa affidataria, ai fini dell'articolo 89, comma 1, lettera i), del decreto 81 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, se l'appaltatore è un consorzio ordinario di cui all'articolo 34, commi 1, lettera e), del Codice dei contratti; l'impresa affidataria, ai fini dell'articolo 89, comma 1, lettera i), del decreto 81 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 46, comma 3, l'impresa affidataria comunica alla Stazione appaltante gli opportuni atti di delega di cui all'articolo 16 del decreto legislativo n. 81 del 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. 42. Norme di sicurezza generali e sicurezza nel cantiere

1. Anche ai sensi, ma non solo, dell'articolo 97, comma 1, del Decreto n. 81 del 2008, l'appaltatore è obbligato:
- a) ad osservare le misure generali di tutela di cui agli articoli 15, 17, 18 e 19 del Decreto n. 81 del 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 articoli da 108 a 155 del Decreto n. 81 del 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 se è in difetto nell'applicazione di quanto stabilito all'articolo 41, commi 1, 2 o 5, oppure agli articoli 43, 44, 45 o 46.

Art. 43. Piano di sicurezza e di coordinamento

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 131, comma 2, lettera a), del Codice dei contratti e all'articolo 100 del Decreto n. 81 del 2008, in conformità all'allegato XV, punti 1 e 2, al citato Decreto n. 81 del 2008,

corredato dal computo metrico estimativo dei costi per la sicurezza di cui al punto 4 dello stesso allegato, determinati all'articolo 2, comma 1, lettera b), del presente Capitolato speciale.

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 44.

Art. 44. Modifiche e integrazioni al piano di sicurezza e di coordinamento

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. Se 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 pronuncia:
 - 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), se l'eventuale accoglimento delle modificazioni e integrazioni comporta maggiori oneri a carico dell'appaltatore, e tale circostanza sia debitamente provata e documentata, trova applicazione la disciplina delle varianti.

Art. 45. Piano operativo di sicurezza

1. L'appaltatore, entro 30 giorni dall'aggiudicazione e comunque prima dell'inizio dei lavori, deve predisporre e consegnare al Responsabile 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 131, comma 2, lettera c), del Codice dei contratti, dell'articolo 89, comma 1, lettera h), del Decreto n. 81 del 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 Decreto n. 81 del 2008, con riferimento allo specifico cantiere e deve essere aggiornato ad ogni mutamento delle lavorazioni rispetto alle previsioni.
2. Ai sensi dell'articolo 131 del Codice dei contratti l'appaltatore è tenuto ad acquisire i piani operativi di sicurezza redatti dalle imprese subappaltatrici di cui all'articolo 47, comma 4, lettera d), sub. 2), del presente Capitolato speciale, 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. In ogni caso trova applicazione quanto previsto dall'articolo 41, comma 4.
3. Il piano operativo di sicurezza costituisce piano complementare di dettaglio del piano di sicurezza e di

coordinamento di cui all'articolo 43.

4. Ai sensi dell'articolo 96, comma 1-bis, del Decreto n. 81 del 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 Decreto n. 81 del 2008.

Art. 46. 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 Decreto n. 81 del 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 Decreto n. 81 del 2008, nonché alla migliore letteratura tecnica in materia.
3. L'appaltatore è obbligato a comunicare tempestivamente prima dell'inizio dei lavori e quindi periodicamente, 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'appaltatore è tenuto a curare il coordinamento di tutte le imprese operanti nel cantiere, al fine di rendere gli specifici piani redatti dalle imprese subappaltatrici compatibili tra loro e coerenti con il piano presentato dall'appaltatore. In caso di raggruppamento temporaneo o di consorzio ordinario di imprese detto obbligo incombe all'impresa mandataria; in caso di consorzio stabile o di consorzio di cooperative o di imprese artigiane tale obbligo incombe al consorzio. 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 e di coordinamento ed il piano operativo di sicurezza formano parte integrante del contratto di appalto. Le gravi o ripetute violazioni dei piani stessi da parte dell'appaltatore, comunque accertate, previa formale costituzione in mora dell'interessato, costituiscono causa di risoluzione del contratto.
5. Ai sensi dell'articolo 118, comma 4, terzo periodo, del Codice dei contratti, l'appaltatore è solidalmente responsabile con i subappaltatori per gli adempimenti, da parte di questo ultimo, degli obblighi di sicurezza.

CAPO 9. DISCIPLINA DEL SUBAPPALTO

Art. 47. Subappalto

1. Il subappalto o il subaffidamento in cottimo, ferme restando le condizioni di cui all'articolo 118 del Codice dei contratti, è ammesso nel limite del 30% (trenta per cento), in termini economici, dell'importo totale dei lavori. Per opere di importo complessivo fino a 1.000.000 di euro, se sono previsti lavori elencati all'articolo 107, comma 2, del d.P.R. n. 207 del 2010 – di importo fino a 150.000 euro ma superiore al 15% del totale, indicate all'articolo 4, comma 4, le lavorazioni elencate all'articolo 107, comma 2, del d.P.R. n. 207 del 2010, di importo superiore al 15% (quindici per cento) dell'importo totale dell'appalto possono essere subappaltate nel limite del 30% (trenta per cento), in termini economici, del rispettivo importo; tali lavori sono individuati all'articolo 4, comma 2. I lavori appartenenti a qualunque categoria, di importo inferiore al 10% (dieci per cento) dell'importo totale dei lavori e inferiore a euro 150.000, non indicati negli atti di gara come scorporabili, possono essere realizzati dall'appaltatore anche se non in possesso dei requisiti di qualificazione per la relativa categoria; possono altresì essere subappaltati per intero; l'importo subappaltato non concorre alla determinazione della quota subappaltabile della categoria prevalente di cui al primo periodo del presente comma 1; le imprese subappaltatrici devono essere in possesso dei requisiti di cui all'articolo 90 del d.P.R. n. 207 del 2010.
2. Salvo diverse condizioni disposte dalla Legge, non è consentito l'affidamento in subappalto o in cottimo per la realizzazione dell'intera opera appaltata e comunque per la totalità dei lavori della categoria prevalente, sotto pena di immediata risoluzione del contratto, di perdita della cauzione e del pagamento degli eventuali danni. In particolare, per quanto riguarda la categoria prevalente, la quota parte subappaltabile, a norma di quanto previsto dall'art. 170 del Regolamento, non potrà essere superiore al 30 per cento. L'Appaltatore è tenuto quindi ad eseguire in proprio le opere od i lavori compresi nel contratto. Tutte le lavorazioni comunque, a qualsiasi categoria appartengano sono subappaltabili od affidabili in cottimo salvo vigenti disposizioni che prevedano, per particolari ipotesi, il divieto di affidamento in subappalto. L'affidamento in subappalto o in cottimo è consentito, previa autorizzazione della Stazione appaltante, alle seguenti condizioni:
 - a) che l'appaltatore abbia indicato all'atto dell'offerta i lavori o le parti di opere che intende subappaltare o concedere in cottimo e che non subappalterà lavorazioni di alcun tipo ad altre imprese partecipanti alla gara – in forma singola o associate – ed è consapevole che, in caso contrario, tali subappalti non saranno autorizzati; l'omissione delle indicazioni sta a significare che il ricorso al subappalto o al cottimo è vietato e non può essere autorizzato;
 - b) che l'appaltatore provveda al deposito, presso la Stazione appaltante:
 - 1) di copia autentica del contratto di subappalto presso la Stazione appaltante almeno 20 giorni prima della data di effettivo inizio dell'esecuzione delle relative lavorazioni subappaltate; dal contratto di subappalto devono risultare, pena rigetto dell'istanza o revoca dell'autorizzazione eventualmente rilasciata:
 - se al subappaltatore sono affidati parte degli apprestamenti, degli impianti o delle altre attività previste dal Piano di sicurezza e coordinamento di cui al punto 4 dell'allegato XV al Decreto n. 81 del 2008;
 - l'inserimento delle clausole di cui al successivo articolo 65, per quanto di pertinenza, ai sensi dell'articolo 3, commi 1 e 9, della legge n. 136 del 2010, pena la nullità assoluta del contratto di subappalto;
 - 2) di una dichiarazione circa la sussistenza o meno di eventuali forme di controllo o di collegamento, a norma dell'articolo 2359 del codice civile, con l'impresa alla quale è affidato il subappalto o il cottimo; in caso di raggruppamento temporaneo, società di imprese o consorzio, analoga dichiarazione dev'essere fatta da ciascuna delle imprese partecipanti al raggruppamento, società o consorzio;

- c) che l'appaltatore, unitamente al deposito del contratto di subappalto presso la Stazione appaltante, ai sensi della lettera b), trasmetta alla Stazione appaltante:
- 1) la documentazione attestante che il subappaltatore è in possesso dei requisiti prescritti dalla normativa vigente per la partecipazione alle gare di lavori pubblici, in relazione alla categoria e all'importo dei lavori da realizzare in subappalto o in cottimo;
 - 2) una o più dichiarazioni del subappaltatore, rilasciate ai sensi degli articoli 46 e 47 del d.P.R. n. 445 del 2000, attestante il possesso dei requisiti di ordine generale e assenza della cause di esclusione di cui all'articolo 38 del Codice dei contratti;
 - 3) i dati necessari all'acquisizione d'ufficio del DURC del subappaltatore, ai sensi dell'articolo 53, comma 2;
- d) che non sussista, nei confronti del subappaltatore, alcuno dei divieti previsti dall'articolo 67 del decreto legislativo n. 159 del 2011; a tale scopo, se l'importo del contratto di subappalto è superiore ad euro 154.937,07, l'appaltatore deve produrre alla Stazione appaltante la documentazione necessaria agli adempimenti di cui alla vigente legislazione in materia di prevenzione dei fenomeni mafiosi e lotta alla delinquenza organizzata, relativamente alle imprese subappaltatrici e cottimiste, con le modalità di cui al d.P.R. n. 252 del 1998 ; resta fermo che, ai sensi dell'articolo 12, comma 4, dello stesso d.P.R. n. 252 del 1998, il subappalto è vietato, a prescindere dall'importo dei relativi lavori, se per l'impresa subappaltatrice è accertata una delle situazioni indicate dall'articolo 10, commi 2 e 7, del citato d.P.R..
3. Il subappalto e l'affidamento in cottimo devono essere autorizzati preventivamente dalla Stazione appaltante in seguito a richiesta scritta dell'appaltatore; l'autorizzazione è rilasciata entro 30 giorni dal ricevimento della richiesta; tale termine può essere prorogato una sola volta per non più di 30 giorni, ove ricorrano giustificati motivi; trascorso il medesimo termine, eventualmente prorogato, senza che la Stazione appaltante abbia provveduto, l'autorizzazione si intende concessa a tutti gli effetti se sono verificate tutte le condizioni di legge per l'affidamento del subappalto. Per i subappalti o cottimi di importo inferiore al 2% dell'importo contrattuale 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. L'affidamento di lavori in subappalto o in cottimo comporta i seguenti obblighi:
- a) ai sensi dell'articolo 118, comma 4, del Codice dei contratti, l'appaltatore deve praticare, per i lavori e le opere affidate in subappalto, i prezzi risultanti dall'aggiudicazione ribassati in misura non superiore al 20% (venti per cento); nessun ribasso è applicato al costo del personale relativo alle lavorazioni affidate in subappalto, come determinato dal progetto;
 - b) se al subappaltatore sono affidati, in tutto o in parte, gli apprestamenti, gli impianti o le altre attività previste dal Piano di sicurezza e coordinamento di cui al punto 4 dell'allegato XV al Decreto n. 81 del 2008 connessi ai lavori in subappalto, i relativi oneri per la sicurezza sono pattuiti al prezzo originario previsto dal progetto, senza alcun ribasso; la Stazione appaltante, per il tramite del direttore dei lavori e sentito il coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione, provvede alla verifica dell'effettiva applicazione della presente disposizione;
 - c) nei cartelli esposti all'esterno del cantiere devono essere indicati anche i nominativi di tutte le imprese subappaltatrici, completi dell'indicazione della categoria dei lavori subappaltati e dell'importo dei medesimi;
 - d) 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;
 - e) le imprese subappaltatrici, per tramite dell'appaltatore, devono trasmettere alla Stazione appaltante, prima dell'inizio dei lavori in subappalto:
 - 1) la documentazione di avvenuta denuncia agli enti previdenziali, inclusa la Cassa edile,

assicurativi ed antinfortunistici;

- 2) copia del proprio piano operativo di sicurezza di cui all'articolo 131, comma 2, lettera c), del Codice dei contratti in coerenza con i piani di cui agli articoli 43 e 45 del presente Capitolato speciale;

5. Le presenti disposizioni si applicano anche ai raggruppamenti temporanei di imprese e alle società anche consortili, quando le imprese riunite o consorziate non intendono eseguire direttamente i lavori scorparabili.
6. E' considerato subappalto qualsiasi contratto avente ad oggetto attività ovunque espletate che richiedano l'impiego di mano d'opera, quali le forniture con posa in opera ed i noli a caldo, se singolarmente di importo superiore al 2% dell'importo dei lavori affidati o di importo superiore a 100.000 Euro e qualora l'incidenza del costo della mano d'opera e del personale sia superiore al 50% dell'importo del contratto da affidare.

I lavori affidati in subappalto non possono essere oggetto di ulteriore subappalto pertanto il subappaltatore non può subappaltare a sua volta i lavori.

7. Se l'appaltatore intende avvalersi della fattispecie disciplinata dall'articolo 30 del decreto legislativo n. 276 del 2003 (distacco di manodopera) dovrà trasmettere, almeno 20 giorni prima della data di effettivo utilizzo della manodopera distaccata, apposita comunicazione con la quale dichiara:
- a) di avere in essere con la società distaccante un contratto di distacco (da allegare in copia);
 - b) di volersi avvalere dell'istituto del distacco per l'appalto in oggetto indicando i nominativi dei soggetti distaccati;
 - c) che le condizioni per le quali è stato stipulato il contratto di distacco sono tuttora vigenti e che non si ricade nella fattispecie di mera somministrazione di lavoro.

8. La comunicazione deve indicare anche le motivazioni che giustificano l'interesse della società distaccante a ricorrere al distacco di manodopera se questa non risulta in modo evidente dal contratto tra le parti di cui sopra. Alla comunicazione deve essere allegata la documentazione necessaria a comprovare in Capo al soggetto distaccante il possesso dei requisiti generali di cui all'articolo 38 del Codice dei contratti. La Stazione appaltante, entro 15 giorni dal ricevimento della comunicazione e della documentazione allegata, può negare l'autorizzazione al distacco se in sede di verifica non sussistono i requisiti di cui sopra.

9. Clausole di autotutela

- a) L'Amministrazione si riserva di acquisire preventivamente all'autorizzazione di eventuali sub-contratti, cottimo, noli o forniture di qualsiasi importo le informazioni del Prefetto ai sensi dell'art. 10 del D.P.R. n° 252/98. Qualora il Prefetto attesti, ai sensi e per gli effetti dell'art. 10 del D.P.R. n° 252/98, che nei soggetti interessati emergano elementi relativi a tentativi di infiltrazione mafiosa, l'Amministrazione vietterà il sub-contratto e/o nolo.
- b) Oltre ai casi in cui ope legis è previsto lo scioglimento del contratto d'appalto l'Amministrazione recederà, in qualsiasi tempo, dal contratto, revocherà la concessione o l'autorizzazione al sub-contratto, cottimo, nolo o fornitura al verificarsi dei presupposti stabiliti dall'art. 11, comma 3, del D.P.R. 3 giugno 1998, n. 252, senza nulla dovere a titolo di risarcimento o indennizzo, anzi riservandosi le più opportune azioni a tutela anche della propria immagine.

- 10.E' vietato ancora all'Appaltatore, a norma della Legge 23 ottobre 1960, n. 1369, di affidare in appalto ed in subappalto od in qualsiasi altra forma, anche a società cooperative, l'esecuzione di mere prestazioni di lavoro mediante impiego di mano d'opera assunta e retribuita dall'Appaltatore o dall'intermediario, qualunque sia la natura dell'opera o del servizio cui le prestazioni si riferiscono. E altresì vietato di affidare ad intermediari, siano questi dipendenti, terzi o società anche se cooperative, lavori da eseguirsi a cottimo da prestatori di opere assunti e retribuiti da tali intermediari.

- 11.E' fatto obbligo all'Appaltatore di comunicare all'Amministrazione per tutti i subcontratti stipulati per l'esecuzione dell'appalto, il nome del subcontraente, l'importo del contratto, l'oggetto del lavoro, servizio o fornitura affidati.

- 12.Noli e Forniture (v. anche circolare 31/01/2006 n. 593 dell'Ass.to Reg.le LL.PP.)

I noli a freddo, per i quali l'Impresa partecipante alla gara in sede di offerta ha dichiarato di volersene avvalere, e le forniture di beni o servizi sono soggetti ad autorizzazione ai sensi dell'art. 21 della L.R. 13.09.1999 n° 20 ed s.m.i. Ove l'Impresa non abbia esplicitamente indicato in sede di affidamento l'intendimento di avvalersi dei noli a freddo non potrà essere rilasciata relativa autorizzazione. I soggetti cui vengono subappaltati o affidati lavori, o con cui vengono stipulati contratti di nolo, di fornitura di beni o servizi non devono trovarsi in alcuna delle condizioni di cui all'articolo 18 del decreto legislativo 19 dicembre 1991, n. 406 e successive modifiche. La stipula dei contratti per noli e forniture è autorizzata dall'Amministrazione qualora sussistano le condizioni indicate nel comma 3 dell'art.18 Legge 55/90 e previo accertamento delle capacità economiche e tecniche di cui agli artt. 20 e 21 del D. Lvo 406/91 e successive modifiche ed integrazioni. L'accertata presenza in cantiere di mezzi d'opera la cui disponibilità non sia riconducibile all'Appaltatore sarà considerata come negligenza grave da parte dell'Appaltatore stesso.

Art. 48. Responsabilità in materia di subappalto

1. L'appaltatore resta in ogni caso responsabile nei confronti della Stazione appaltante per l'esecuzione delle opere oggetto di subappalto, sollevando la Stazione appaltante medesima da ogni pretesa dei subappaltatori o da richieste di risarcimento danni avanzate da terzi in conseguenza all'esecuzione di lavori subappaltati. E' fatto obbligo all'Appaltatore di comunicare all'Amministrazione per tutti i subappalti stipulati per l'esecuzione dell'appalto, il nome del subcontraente, l'importo del contratto e l'oggetto del lavoro.
2. Il direttore dei lavori e il R.U.P., nonché il coordinatore per l'esecuzione in materia di sicurezza di cui all'articolo 92 del Decreto n. 81 del 2008, provvedono a verificare, ognuno per la propria competenza, il rispetto di tutte le condizioni di ammissibilità e di esecuzione dei contratti di subappalto.
3. 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, come modificato dal decreto-legge 29 aprile 1995, n. 139, convertito dalla legge 28 giugno 1995, n. 246 (ammenda fino a un terzo dell'importo dell'appalto, arresto da sei mesi ad un anno).
4. Fermo restando quanto previsto all'articolo 47, commi 6 e 7, del presente Capitolato speciale, ai sensi dell'articolo 118, comma 11, del Codice dei contratti è considerato subappalto qualsiasi contratto avente ad oggetto attività ovunque espletate che richiedano 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 dei lavori affidati o di importo superiore a 100.000 euro e se l'incidenza del costo della manodopera e del personale è superiore al 50 per cento dell'importo del contratto di subappalto. I sub-affidamenti che non costituiscono subappalto, devono essere comunicati al R.U.P. e al coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione almeno il giorno feriale antecedente all'ingresso in cantiere dei soggetti sub-affidatari, con la denominazione di questi ultimi.
5. Ai sensi dell'articolo 118, comma 11, del Codice dei contratti e ai fini dell'articolo 47 del presente Capitolato speciale non è considerato subappalto l'affidamento di attività specifiche di servizi a lavoratori autonomi, purché tali attività non costituiscano lavori.
6. Ai subappaltatori, ai sub affidatari, nonché ai soggetti titolari delle prestazioni che non sono considerate subappalto ai sensi dei commi 4 e 5, si applica l'articolo 52, commi 4, 5 e 6, in materia di tessera di riconoscimento.

Art. 49. 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 (venti) 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 118, comma 6, del Codice dei contratti, i pagamenti al subappaltatore sono subordinati:
 - a) all'acquisizione del DURC del subappaltatore, ai sensi dell'articolo 53, comma 2;
 - b) all'ottemperanza alle prescrizioni di cui all'articolo 66 in materia di tracciabilità dei pagamenti;
 - c) alle limitazioni di cui agli articoli 52, comma 2 e 53, comma 3.
3. Se l'appaltatore non provvede nei termini agli adempimenti di cui al comma 1 e non sono verificate le condizioni di cui al comma 2, la Stazione appaltante sospende l'erogazione delle rate di acconto o di saldo fino a che l'appaltatore non adempie alla trasmissione.
4. La documentazione contabile di cui al comma 1 deve dare atto separatamente degli eventuali oneri per la sicurezza da liquidare al subappaltatore ai sensi dell'articolo 47, comma 4, lettera b).
5. 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. L'impresa è in ogni caso vincolata al rispetto della normativa vigente all'atto dell'appalto dei lavori.

CAPO 10. CONTROVERSIE, MANODOPERA, ESECUZIONE D'UFFICIO

Art. 50. Accordo bonario

1. Ai sensi dell'articolo 240, commi 1 e 2, del Codice dei contratti, se, a seguito dell'iscrizione di riserve sui documenti contabili, l'importo economico dei lavori comporta variazioni rispetto all'importo contrattuale in misura superiore al 10% (dieci per cento) di quest'ultimo, il R.U.P. deve valutare immediatamente l'ammissibilità di massima delle riserve, la loro non manifesta infondatezza e la non imputabilità a maggiori lavori per i quali sia necessaria una variante in corso d'opera ai sensi dell'articolo 132 del Codice dei contratti, il tutto anche ai fini dell'effettivo raggiungimento della predetta misura percentuale. Il R.U.P. rigetta tempestivamente le riserve che hanno per oggetto aspetti progettuali oggetto di verifica ai sensi dell'articolo 112 del Codice dei contratti.
2. Il R.U.P. può nominare una commissione, ai sensi dell'articolo 240, commi 7, 8, 9, 9-bis, 10, 11, 12, 14 e 15, del Codice dei contratti, e immediatamente acquisisce o fa acquisire alla commissione, ove costituita, la relazione riservata del direttore dei lavori e, ove nominato, del collaudatore, e, se ritiene che le riserve non siano manifestamente infondate o palesemente inammissibili, formula una proposta motivata di accordo bonario.
3. La proposta motivata di accordo bonario è formulata e trasmessa contemporaneamente all'appaltatore e alla Stazione appaltante entro 90 (novanta) giorni dall'apposizione dell'ultima delle riserve. L'appaltatore e la Stazione appaltante devono pronunciarsi entro 30 (trenta) giorni dal ricevimento della proposta; la pronuncia della Stazione appaltante deve avvenire con provvedimento motivato; la mancata pronuncia nel termine previsto costituisce rigetto della proposta.
4. La procedura può essere reiterata nel corso dei lavori una sola volta. La medesima procedura si applica, a prescindere dall'importo, per le riserve non risolte al momento dell'emissione del certificato di collaudo provvisorio.
5. Sulle somme riconosciute in sede amministrativa o contenziosa, gli interessi al tasso legale cominciano a decorrere 60 (sessanta) giorni dopo la data di sottoscrizione dell'accordo bonario, successivamente approvato dalla Stazione appaltante, oppure dall'emissione del provvedimento esecutivo con il quale sono state risolte le controversie.
6. Ai sensi dell'articolo 239 del Codice dei contratti, anche al di fuori dei casi in cui è previsto il ricorso all'accordo bonario ai sensi dei commi precedenti, le controversie relative a diritti soggettivi derivanti dall'esecuzione del contratto possono sempre essere risolte mediante atto di transazione, in forma scritta, nel rispetto del codice civile; se l'importo differenziale della transazione eccede la somma di 100.000 euro, è necessario il parere dell'avvocatura che difende la Stazione appaltante o, in mancanza, del funzionario più elevato in grado, competente per il contenzioso. Il dirigente competente, sentito il R.U.P., esamina la proposta di transazione formulata dal soggetto appaltatore, ovvero può formulare una proposta di transazione al soggetto appaltatore, previa audizione del medesimo.
7. La procedura di cui al comma 6 può essere esperita anche per le controversie circa l'interpretazione del contratto o degli atti che ne fanno parte o da questo richiamati, anche quando tali interpretazioni non diano luogo direttamente a diverse valutazioni economiche.
8. 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.
9. Resta fermo quanto previsto dall'articolo 240-bis del Codice dei contratti.

Art. 51. Definizione delle controversie

1. Ove non si proceda all'accordo bonario ai sensi dell'articolo 50 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 Palermo 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. 52. Contratti collettivi e disposizioni sulla manodopera

1. L'appaltatore è tenuto all'esatta osservanza di tutte le leggi, regolamenti e norme vigenti in materia, nonché eventualmente entrate in vigore nel corso dei lavori, e in particolare:
 - a) nell'esecuzione dei lavori che formano oggetto del presente appalto, l'appaltatore si obbliga ad applicare integralmente il contratto nazionale di lavoro per gli operai dipendenti dalle aziende industriali edili e affini e gli accordi locali e aziendali integrativi dello stesso, in vigore per il tempo e nella località in cui si svolgono i lavori;
 - b) i suddetti obblighi vincolano l'appaltatore anche se non è aderente alle associazioni stipulanti o receda da esse e indipendentemente dalla natura industriale o artigiana, dalla struttura o dalle dimensioni dell'impresa stessa e da ogni altra sua qualificazione giuridica;
 - c) è responsabile in rapporto alla Stazione appaltante dell'osservanza delle norme anzidette da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei rispettivi dipendenti, anche nei casi in cui il contratto collettivo non disciplini l'ipotesi del subappalto; il fatto che il subappalto non sia stato autorizzato non esime l'appaltatore dalla responsabilità, e ciò senza pregiudizio degli altri diritti della Stazione appaltante;
 - d) è obbligato al regolare assolvimento degli obblighi contributivi in materia previdenziale, assistenziale, antinfortunistica e in ogni altro ambito tutelato dalle leggi speciali.
2. Ai sensi dell'articolo 5 del d.P.R. n. 207 del 2010, 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 27, comma 9 e 28, comma 8, del presente Capitolato Speciale.
3. 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.
4. Ai sensi degli articoli 18, comma 1, lettera u), 20, comma 3 e 26, comma 8, del Decreto n. 81 del 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.
5. 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.
6. La violazione degli obblighi di cui ai commi 4 e 5 comporta l'applicazione, in Capo al datore di lavoro, della sanzione amministrativa da euro 100 ad euro 500 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 a euro 300. Nei confronti delle predette sanzioni non è ammessa la procedura di diffida di cui all'articolo 13 del decreto legislativo 23 aprile 2004, n. 124.

Art. 53. Documento Unico di Regolarità contributiva (DURC)

1. La stipula del contratto, l'erogazione di qualunque pagamento a favore dell'appaltatore, la stipula di eventuali atti di sottomissione o di appendici contrattuali, sono subordinate all'acquisizione del DURC.
2. Il DURC è acquisito d'ufficio dalla Stazione appaltante a condizione che l'appaltatore e, tramite esso, i subappaltatori, trasmettano tempestivamente alla stessa Stazione appaltante il modello unificato INAIL-INPS-CASSA EDILE, compilato nei quadri «A» e «B» o, 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.
3. Ai sensi dell'articolo 4 del d.P.R. n. 207 del 2010, 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 27 e 28 del presente Capitolato Speciale.
4. Fermo restando quanto previsto all'articolo 54, comma 1, lettera o), nel caso il DURC relativo al subappaltatore sia negativo per due volte consecutive, la Stazione appaltante contesta gli addebiti al subappaltatore assegnando un termine non inferiore a 15 (quindici) giorni per la presentazione delle controdeduzioni; in caso di assenza o inidoneità di queste la Stazione appaltante pronuncia la decadenza dell'autorizzazione al subappalto.
5. Ai sensi dell'articolo 6, comma 4, del d.P.R. n. 207 del 2010, fermo restando quanto previsto per l'acquisizione del DURC in sede di erogazione dei pagamenti, se tra la stipula del contratto e il primo stato di avanzamento dei lavori o tra due successivi stati di avanzamento dei lavori, intercorre un periodo superiore a 180 (centottanta) giorni, è necessaria l'acquisizione del DURC con le modalità di cui al comma 2.
6. In caso di irregolarità del DURC dell'appaltatore o del subappaltatore, in relazione a somme dovute all'INPS, all'INAIL o alla Cassa Edile, la Stazione appaltante:
 - a) chiede tempestivamente ai predetti istituti e casse la quantificazione dell'ammontare delle somme che hanno determinato l'irregolarità, se tale ammontare non è già noto; chiede altresì all'appaltatore la regolarizzazione delle posizioni contributive irregolari nonché la documentazione che egli ritenga idonea a motivare la condizione di irregolarità del DURC;
 - b) verificatasi ogni altra condizione, provvede alla liquidazione del certificato di pagamento, trattenendo una somma corrispondente ai crediti vantati dagli Istituti e dalla Cassa Edile come quantificati alla precedente lettera a), ai fini di cui al comma 3.
 - c) se la irregolarità del DURC dell'appaltatore o dell'eventuale subappaltatore dipende esclusivamente da pendenze contributive relative a cantieri e contratti d'appalto diversi da quello oggetto del presente Capitolato, l'appaltatore regolare nei propri adempimenti con riferimento al cantiere e al contratto d'appalto oggetto del presente Capitolato, che non possa agire per regolarizzare la

posizione delle imprese subappaltatrici con le quali sussiste una responsabilità solidale, può chiedere una specifica procedura di accertamento da parte del personale ispettivo degli Istituti e della Cassa Edile, al fine di ottenere un verbale in cui si attesti della regolarità degli adempimenti contributivi nei confronti del personale utilizzato nel cantiere, come previsto dall'articolo 3, comma 20, della legge n. 335 del 1995. Detto verbale, se positivo, può essere utilizzato ai fini del rilascio di una certificazione di regolarità contributiva, riferita al solo cantiere e al contratto d'appalto oggetto del presente Capitolato, con il quale si potrà procedere alla liquidazione delle somme trattenute ai sensi della lettera b).

Art. 54. Risoluzione del contratto - Esecuzione d'ufficio dei lavori

1. Costituiscono causa di risoluzione del contratto, e la Stazione appaltante ha facoltà di risolvere il contratto mediante lettera raccomandata, anche mediante posta elettronica certificata, con messa in mora di 15 giorni, senza necessità di ulteriori adempimenti, i seguenti casi:
 - a) l'appaltatore sia colpito da provvedimento definitivo di applicazione di una misura di prevenzione di cui agli articoli 6 o 67 del decreto legislativo n. 159 del 2011, ovvero sia intervenuta sentenza di condanna passata in giudicato per frodi nei riguardi della Stazione appaltante, di subappaltatori, di fornitori, di lavoratori o di altri soggetti comunque interessati ai lavori, ai sensi dell'articolo 135 del Codice dei contratti;
 - b) inadempimento alle disposizioni del direttore dei lavori riguardo ai tempi di esecuzione o quando risulti accertato il mancato rispetto delle ingiunzioni o diffide fattegli, nei termini imposti dagli stessi provvedimenti;
 - c) manifesta incapacità o inidoneità, anche solo legale, nell'esecuzione dei lavori;
 - d) inadempimento accertato alle norme di legge sulla prevenzione degli infortuni, la sicurezza sul lavoro e le assicurazioni obbligatorie del personale;
 - e) sospensione dei lavori o mancata ripresa degli stessi da parte dell'appaltatore senza giustificato motivo;
 - f) rallentamento dei lavori, senza giustificato motivo, in misura tale da pregiudicare la realizzazione dei lavori nei termini previsti dal contratto;
 - g) subappalto abusivo, associazione in partecipazione, cessione anche parziale del contratto o violazione di norme sostanziali regolanti il subappalto;
 - h) non rispondenza dei beni forniti alle specifiche di contratto e allo scopo dell'opera;
 - i) mancato rispetto della normativa sulla sicurezza e la salute dei lavoratori di cui al Decreto n. 81 del 2008 o ai piani di sicurezza di cui agli articoli 43 e 45, integranti il contratto, e delle ingiunzioni fattegli al riguardo dal direttore dei lavori, dal R.U.P. o dal coordinatore per la sicurezza;
 - j) azioni o omissioni finalizzate ad impedire l'accesso al cantiere al personale ispettivo del Ministero del lavoro e della previdenza sociale o dell'A.S.L., oppure del personale ispettivo degli organismi paritetici, di cui all'articolo 51 del Decreto n. 81 del 2008;
 - k) violazione delle prescrizioni in materia di tracciabilità dei pagamenti, in applicazione dell'articolo 66, comma 5, del presente Capitolato speciale;
 - l) applicazione di una delle misure di sospensione dell'attività irrogate ai sensi dell'articolo 14, comma 1, del Decreto n. 81 del 2008 ovvero l'azzeramento del punteggio per la ripetizione di violazioni in materia di salute e sicurezza sul lavoro ai sensi dell'articolo 27, comma 1-bis, del citato Decreto n. 81 del 2008;
 - m) ottenimento del DURC negativo per due volte consecutive, alle condizioni di cui all'articolo 6, comma 8, del d.P.R. n. 207 del 2010; in tal caso il R.U.P., acquisita una relazione particolareggiata predisposta dal direttore dei lavori, contesta gli addebiti e assegna un termine non inferiore a 15

(quindici) giorni per la presentazione delle controdeduzioni; in caso di assenza o inidoneità di queste propone alla Stazione appaltante la risoluzione del contratto, ai sensi dell'articolo 135, comma 1, del Codice dei contratti.

2. Il contratto è altresì risolto di diritto nei seguenti casi:
 - a) perdita da parte dell'appaltatore, dei requisiti per l'esecuzione dei lavori, quali il fallimento o la irrogazione di misure sanzionatorie o cautelari che inibiscono la capacità di contrattare con la pubblica amministrazione, oppure in caso di reati accertati ai sensi dell'articolo 135, comma 1, del Codice dei contratti;
 - b) nullità assoluta, ai sensi dell'articolo 3, comma 8, primo periodo, della legge n. 136 del 2010, in caso di assenza, nel contratto, delle disposizioni in materia di tracciabilità dei pagamenti;
 - c) decadenza dell'attestazione SOA dell'appaltatore per aver prodotto falsa documentazione o dichiarazioni mendaci, risultante dal casellario informatico.
3. Il contratto è altresì risolto se, per il manifestarsi di errori o di omissioni del progetto esecutivo che pregiudicano, in tutto o in parte, la realizzazione dell'opera oppure la sua utilizzazione, come definiti dall'articolo 132, comma 6, del Codice dei contratti, si rendono necessari lavori suppletivi che eccedono il quinto dell'importo originario del contratto. In tal caso, proceduto all'accertamento dello stato di consistenza ai sensi del comma 3, si procede alla liquidazione dei lavori eseguiti, dei materiali utili e del 10 per cento dei lavori non eseguiti, fino a quattro quinti dell'importo del contratto.
4. Nei casi di risoluzione del contratto o di esecuzione di ufficio, la comunicazione della decisione assunta dalla Stazione appaltante è fatta all'appaltatore nella forma dell'ordine di servizio o della raccomandata con avviso di ricevimento, anche mediante posta elettronica certificata, con la contestuale indicazione della data alla quale avrà luogo l'accertamento dello stato di consistenza dei lavori.
5. Alla data comunicata dalla Stazione appaltante si fa luogo, in contraddittorio fra il direttore dei lavori e l'appaltatore o suo rappresentante oppure, in mancanza di questi, alla presenza di due testimoni, alla redazione dello stato di consistenza dei lavori, all'inventario dei materiali, delle attrezzature dei e mezzi d'opera esistenti in cantiere, nonché, nel caso di esecuzione d'ufficio, all'accertamento di quali di tali materiali, attrezzature e mezzi d'opera debbano essere mantenuti a disposizione della Stazione appaltante per l'eventuale riutilizzo e alla determinazione del relativo costo.
6. Nei casi di risoluzione del contratto e di esecuzione d'ufficio, come pure in caso di fallimento dell'appaltatore, i rapporti economici con questo o con il curatore sono definiti, con salvezza di ogni diritto e ulteriore azione della Stazione appaltante, nel seguente modo:
 - a) affidando ad altra impresa, ai sensi dell'articolo 140 del Codice dei contratti o, in caso di indisponibilità di altra impresa, ponendo a base d'asta del nuovo appalto o di altro affidamento ai sensi dell'ordinamento vigente, l'importo lordo dei lavori di completamento e di quelli da eseguire d'ufficio in danno, risultante dalla differenza tra l'ammontare complessivo lordo dei lavori posti a base d'asta nell'appalto originario, eventualmente incrementato per perizie in corso d'opera oggetto di regolare atto di sottomissione o comunque approvate o accettate dalle parti nonché dei lavori di ripristino o riparazione, e l'ammontare lordo dei lavori eseguiti dall'appaltatore inadempiente medesimo;
 - b) ponendo a carico dell'appaltatore inadempiente:
 - 1) l'eventuale maggiore costo derivante dalla differenza tra importo netto di aggiudicazione del nuovo appalto per il completamento dei lavori e l'importo netto degli stessi risultante dall'aggiudicazione effettuata in origine all'appaltatore inadempiente;
 - 2) l'eventuale maggiore costo derivato dalla ripetizione della gara di appalto eventualmente andata deserta, necessariamente effettuata con importo a base d'asta opportunamente maggiorato;
 - 3) l'eventuale maggiore onere per la Stazione appaltante per effetto della tardata ultimazione dei lavori, delle nuove spese di gara e di pubblicità, delle maggiori spese tecniche di direzione,

assistenza, contabilità e collaudo dei lavori, dei maggiori interessi per il finanziamento dei lavori, di ogni eventuale maggiore e diverso danno documentato, conseguente alla mancata tempestiva utilizzazione delle opere alla data prevista dal contratto originario.

7. Nel caso l'appaltatore sia un raggruppamento temporaneo di operatori, oppure un consorzio ordinario o un consorzio stabile, se una delle condizioni di cui al comma 1, lettera a), oppure all'articolo 10 della legge 31 maggio 1965, n. 575, e quelle di divieto di cui all'articolo 4, comma 6, del decreto legislativo n. 490 del 1994, ricorre per un'impresa mandante o comunque diversa dall'impresa capogruppo, le cause di divieto o di sospensione di cui all'articolo 67 non operano nei confronti delle altre imprese partecipanti se la predetta impresa è estromessa sostituita entro trenta giorni dalla comunicazione delle informazioni del prefetto.

CAPO 11. DISPOSIZIONI PER L'ULTIMAZIONE

Art. 55. Ultimazione dei lavori e gratuita manutenzione

1. La Stazione appaltante si riserva di prendere in consegna parzialmente o totalmente le opere con apposito verbale immediatamente dopo l'accertamento sommario di cui all'articolo 28.1 se questo ha avuto esito positivo, oppure nel termine assegnato dalla direzione lavori.
2. Dalla data del verbale di ultimazione dei lavori decorre il periodo di gratuita manutenzione; tale periodo cessa con l'approvazione finale del certificato di collaudo provvisorio da parte della Stazione appaltante, da effettuarsi entro i termini previsti dal presente Capitolato speciale.
3. 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 22, comma 5; in tal caso il direttore dei lavori non può redigere il certificato di ultimazione e, se redatto, questo non è efficace e non decorrono i termini di cui all'articolo 56, né i termini per il pagamento della rata di saldo di cui all'articolo 28.

Art. 56. Presa in consegna dei lavori ultimati

1. La Stazione appaltante si riserva di prendere in consegna parzialmente o totalmente le opere appaltate anche subito dopo l'ultimazione dei lavori.
2. Se la Stazione appaltante si avvale di tale facoltà, comunicata all'appaltatore per iscritto, lo stesso appaltatore non si può opporre per alcun motivo, né può reclamare compensi di sorta.
3. L'appaltatore può chiedere che sia redatto apposito verbale circa lo stato delle opere, onde essere garantito dai possibili danni che potrebbero essere arrecati alle opere stesse.
4. La presa di possesso da parte della Stazione appaltante avviene nel termine perentorio fissato dalla stessa per mezzo del direttore dei lavori o per mezzo del 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 altresì tenuto alla gratuita manutenzione fino ai termini previsti dal presente Capitolato speciale.

CAPO 12. NORME FINALI

Art. 57. Oneri e obblighi a carico dell'appaltatore

Oltre agli oneri di cui al capitolato generale d'appalto, al d.P.R. n. 207 del 2010 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, tutti remunerati con l'aliquota di spese generali di cantiere e di sede calcolate nei singoli prezzi unitari e nell'eventuale compenso a corpo.

57.1 Oneri contrattuali

1. Le spese di contratto ed accessorie di cui al successivo articolo 67.
2. Il tempestivo pagamento dei ratei dei premi delle Assicurazioni elencate all'articolo 37, del presente capitolato Speciale d'Appalto.
3. L'assunzione di un Direttore del Cantiere, ove L'Appaltatore non ne abbia il titolo, nella persona di un tecnico professionalmente abilitato. Il nominativo ed il domicilio di tale tecnico dovranno essere comunicati alla Direzione Lavori, per iscritto, prima dell'inizio dei lavori.
4. Qualora venga conferito incarico ad un tecnico non dipendente, l'Appaltatore provvederà mediante uno specifico formale mandato scritto con elencati i compiti delegati al Direttore Tecnico e riportante espressamente l'accettazione del tecnico designato.
5. La verifica di tutti gli impianti compresi nell'appalto e la eventuale relativa progettazione esecutiva e/o una sua integrazione, compresa ogni incombenza e spesa per denunce, approvazione, licenze, collaudi, ecc. che al riguardo fossero prescritti.
6. La riproduzione di grafici, disegni ed allegati vari delle opere in esecuzione.
7. Il ricevimento dei materiali e forniture escluse dall'appalto nonché la loro sistemazione, conservazione e custodia, garantendo a proprie spese e con piena responsabilità il perfetto espletamento di tali operazioni.
8. La custodia di opere escluse dall'appalto eseguite da ditte diverse per conto dell'Amministrazione o della stessa direttamente.
9. La fornitura di fotografie delle opere nel formato, numero e frequenza prescritti dalla Direzione lavori e comunque non inferiori a due per ogni Stato d'Avanzamento, nel formato 18 x 24.
10. La fornitura di notizie statistiche sull'andamento dei lavori, per periodi quindicinali, a decorrere dal sabato immediatamente successivo alla consegna degli stessi, come di seguito:
 - a. Numero degli operai impiegati, distinti nelle varie categorie, per ciascun giorno della quindicina, con le relative ore lavorative.
 - b. Genere di lavoro eseguito nella quindicina, giorni in cui non si è lavorato e cause relative. Dette notizie dovranno pervenire alla Direzione non oltre il mercoledì immediatamente successivo al termine della quindicina, stabilendo una penale, per ogni giorno di ritardo, di €2,50.
11. Il risarcimento dei danni, dipendenti dal modo di esecuzione dei lavori, arrecati a proprietà pubbliche e private od a persone, restando libere ed indenni l'Amministrazione ed il suo personale; l'assunzione in proprio, tenendone indenne la Stazione appaltante, di ogni responsabilità risarcitoria e delle obbligazioni relative comunque connesse all'esecuzione delle prestazioni dell'appaltatore a termini di contratto;
12. La fedele esecuzione del progetto 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;

13. Le responsabilità sulla non rispondenza degli elementi eseguiti rispetto a quelli progettati o previsti dal capitolato.

57.2 Organizzazione del cantiere

1. La formazione del cantiere e l'esecuzione di tutte le opere a tal uopo occorrenti, comprese quelle di recinzione e di protezione e quelle necessarie per mantenere la continuità delle comunicazioni, nonché di scoli, acque e canalizzazioni esistenti.
2. L'installazione delle attrezzature ed impianti necessari ed atti, in rapporto all'entità dell'opera, ad assicurare la migliore esecuzione ed il normale ed ininterrotto svolgimento dei lavori.
3. L'apprestamento delle opere provvisorie quali ponteggi, impalcature, assiti, steccati, armature, centinature, cassature, ecc. compresi spostamenti, sfridi, mantenimenti e smontaggi a fine lavori. Le incastellature, le impalcature e le costruzioni provvisorie in genere, se prospettanti all'esterno del cantiere o aggettanti su spazi pubblici o privati, dovranno essere idoneamente schermate. Tra le opere in argomento è compresa altresì un'adeguata illuminazione del cantiere.
4. La sistemazione delle strade e dei collegamenti esterni ed interni, la collocazione, ove necessario di ponticelli, andatoie, scalette di adeguata portanza e sicurezza.
5. L'installazione di tabelle e segnali luminosi nel numero sufficiente, sia di giorno che di notte, nonché l'esecuzione di tutti i provvedimenti che la Direzione Lavori riterrà indispensabili per garantire la sicurezza delle persone e dei veicoli e la continuità del traffico. I segnali saranno conformi alle disposizioni del Testo Unico delle Norme della Circolazione Stradale e del relativo Regolamento di esecuzione.
6. La vigilanza e guardiania del cantiere, nel rispetto dei provvedimenti antimafia, sia diurna che notturna e la custodia di tutti i materiali, impianti e mezzi d'opera esistenti nello stesso (siano essi di pertinenza dell'Appaltatore, dell'Amministrazione, o di altre ditte), nonché delle opere eseguite od in corso di esecuzione e delle piantagioni.
7. Tale vigilanza si intende estesa anche ai periodi di sospensione dei lavori ed al periodo intercorrente tra l'ultimazione ed il collaudo, salvo l'anticipata consegna delle opere a AMMINISTRAZIONE SpA e per le opere consegnate.
8. La prevenzione delle malattie e degli infortuni con l'adozione di ogni necessario provvedimento e predisposizione inerente all'igiene e sicurezza del lavoro, essendo l'Appaltatore obbligato ad attenersi a tutte le disposizioni e norme di Leggi e dei Regolamenti vigenti in materia all'epoca di esecuzione dei lavori.
9. La pulizia del cantiere e la manutenzione ordinaria e straordinaria di ogni apprestamento provvisorio.
10. La fornitura di locali uso ufficio (in muratura o prefabbricati) idoneamente rifiniti e forniti dei servizi necessari alla permanenza ed al lavoro di ufficio della Direzione Lavori.
11. I locali saranno realizzati nel cantiere od in luogo prossimo, stabilito od accettato dalla Direzione, la quale disporrà anche il numero degli stessi e le attrezzature di dotazione. Saranno inoltre idoneamente allacciati alle normali utenze (luce, acqua, telefono) facendosi carico all'Appaltatore di tutte le spese di allacciamento, di uso e di manutenzione.
12. La fornitura di un locale da adibirsi a laboratorio di cantiere in cui conservare campioni di materiali prelevati per le prove, i provini di calcestruzzo in fase di stagionatura e le attrezzature necessarie per i controlli più usuali (bilance tecniche, cono Abrams, ecc).
13. La fornitura di locali e strutture di servizio per gli operai, quali tettoie, ricoveri, spogliatoi prefabbricati o meno, e la fornitura di servizi igienico-sanitari in numero adeguato.
14. Le spese per gli allacciamenti provvisori, e relativi contributi e diritti; dei servizi di acqua, elettricità,

gas, telefono e fognature necessari per il funzionamento del cantiere e l'esecuzione dei lavori, nonché le spese di utenza e consumo relative ai predetti servizi.

15. La fornitura dei cartelli e la relativa installazione, nel sito o nei siti indicati dalla Direzione, entro 5 giorni dalla consegna dei lavori. I cartelloni, delle dimensioni minime di m 1,00 x 2,00 riceveranno impresse a colori indelebili le diciture riportate nello schema cui alla tabella qui di seguito riportata, con le opportune modifiche ed integrazioni da apportare, ove occorra, in relazione alla peculiarità delle singole opere. In particolare, nello spazio per aggiornamento dati, dovranno essere indicate le sospensioni e le interruzioni intervenute nei lavori, le relative motivazioni, le previsioni di ripresa ed i nuovi tempi. Per le opere con rilevante sviluppo dimensionale sarà installato conformemente alle disposizioni della D.L., un numero di cartelli adeguato alla estensione del cantiere. Tanto i cartelli che le armature di sostegno dovranno essere eseguiti con materiali di adeguata resistenza e di decoroso aspetto e mantenuti in ottimo stato fino al collaudo dei lavori.

Schema tipo di cartello indicatore

- Committente
- Titolo generale dell'opera
- Titolo del lavoro in appalto
- Impresa/e esecutrice/i (compresi i dati di Iscrizione all'A.N.C. per categorie ed Importi oppure di iscrizione alla C.C.I.A.A.).....
- Importo complessivo dei lavori
- Data contrattuale di ultimazione dei lavori
- Coordinatore di progettazione.....
- Progettista
- Assistente Tecnico
- Direttore del Cantiere
- Direttore dei Lavori
- Coordinatore di esecuzione
- Responsabile del Procedimento
- Subaffidatario/i (compresi i dati di qualificazione per categorie ed importi oppure di Iscrizione alla C.C.I.A.A.)
- Spazio per aggiornamento dei dati o per comunicazioni al pubblico:

Per la mancanza od il cattivo stato del prescritto numero di cartelli indicatori, sarà applicata all'Appaltatore una penale di € 50,00. Sarà inoltrata una penale giornaliera di € 5,00 dal giorno della constatata inadempienza fino a quello dell'apposizione o riparazione del cartello mancante o deteriorato. L'importo delle penali sarà addebitato sul certificato di pagamento in acconto, successivo all'inadempienza.

16. Lo sgombero e la pulizia del cantiere entro un mese dall'ultimazione dei lavori, con la rimozione di tutti i materiali residui, i mezzi d'opera, le attrezzature e gli impianti esistenti nonché con la perfetta pulizia di ogni parte e di ogni particolare delle opere da sfrabbricidi, calcinacci, sbavature, pitture, unto, ecc.
17. 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.
18. ottemperare alle prescrizioni previste dal DPCM del 1 marzo 1991 e successive modificazioni in materia di esposizioni ai rumori;
19. 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.
20. 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.

57.3 Esecuzione dei Lavori

1. La fornitura di tutti i necessari attrezzi, strumenti e personale esperto per tracciamenti, rilievi, misurazioni, saggi, picchettazioni ecc. relativi alle operazioni di consegna, verifiche in corso d'opera, contabilità e collaudo dei lavori.
2. Procedere nelle aree urbanizzate interessate dai lavori a verificare (ed eventualmente integrare) e localizzare i sottoservizi indicati nelle tavole di progetto redigendo un preciso rilievo plano altimetrico a scala 1:500 e a prendere i necessari accordi con gli Enti proprietari dei servizi stessi per assicurare le opere di scavalco definitive o provvisionali senza interruzione di esercizio.
3. Il tracciato plano-altimetrico e tutti i tracciamenti di dettaglio riferentisi alle opere in genere.
4. La conservazione ed il ripristino delle vie, dei passaggi e dei servizi, pubblici o privati, che venissero interrotti per l'esecuzione dei lavori, provvedendosi a proprie spese con opportune opere provvisionali o provvisorie deviazioni. Ove l'appalto contemplasse la costruzione di nuove strade, l'Appaltatore sarà anche obbligato a mantenere e conservare tutte le servitù attive e passive esistenti sulle strade oggetto dell'appalto, rimanendo responsabile di ogni conseguenza che l'Amministrazione, sotto tale riguardo, dovesse sopportare.
5. L'esaurimento delle acque superficiali o di infiltrazione concorrenti nei cavi e l'esecuzione di opere provvisionali per lo scolo e la deviazione preventiva di esse dalle sedi stradali o dal cantiere, in generale.
6. La riparazione dei danni, dipendenti anche da forza maggiore, che si verificassero negli scavi, nei rinterrati, agli attrezzi ed a tutte le opere provvisionali.
7. Il carico, il trasporto, lo scarico e 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;
8. L'adozione di tutti gli accorgimenti ed i provvedimenti necessari alla continuità della erogazione dei servizi nelle zone interessate dai lavori. L'esecuzione di tutti i lavori resi necessari dall'eventuale interferenza con le tubazioni da posare esistenti nella zona di intervento.
9. La riparazione dei danni che, per ogni causa o per negligenza dell'Appaltatore, fossero apportati ai materiali forniti o dai lavori da altri compiuti.
10. L'autorizzazione al libero accesso ad altre Imprese o Ditte ed al relativo personale dipendente, ai cantieri di lavoro, nonché l'uso parziale o totale di ponteggi, impalcature, opere provvisionali ed apparecchi di sollevamento, senza diritto a compenso, per tutto il tempo occorrente all'esecuzione dei lavori e delle forniture scorporate.
11. L'Impresa provvederà a sue spese a tutte le occupazioni temporanee che si rendessero necessarie per l'esecuzione dei lavori, per strade di servizio, per accessi vari di cantieri, per l'impianto dei cantieri stessi, per la discarica dei materiali indicati inutilizzabili dalla Direzione Lavori; sono pure a carico dell'Impresa ogni e qualsiasi indennizzo a privati, enti, per danni ai terreni, alle colture ed ai frutti pendenti, ecc., fuori della fascia di larghezza stabilita per la posa in opera di condotte.

57.4 Approntamento di pratiche rispetto di normative e/o ordinanze

1. Lo svolgimento di pratiche (compreso l'approntamento della documentazione necessaria) presso Amministrazioni ed Enti per l'ottenimento in tempo utile e coerente con il programma esecutivo, di permessi, licenze, concessioni, autorizzazioni per: opere di presidio, occupazioni temporanee di suoli pubblici o privati, apertura di cave di prestito, uso di discariche, interruzioni provvisorie di pubblici

servizi, attraversamenti, cautelamenti, trasporti speciali nonché le spese ad esse relative per tasse, diritti, indennità, canoni, cauzioni, ecc.

- a. In particolare l'Appaltatore sarà obbligato a munirsi del consenso alla costruzione di tubazioni metalliche sotterranee ai sensi del 5° comma art. 241 D.P.R. 29 marzo 1973 n° 156 e del nulla osta relativo qualora, nella zona interessata dei lavori, fosse interrato il cavo coassiale e dovrà adottare tutte le cautele e gli accorgimenti atti ad evitare danni eventuali. In difetto rimane ad esclusivo carico dell'Appaltatore ogni eventuale multa o contravvenzione nonché il risarcimento degli eventuali danni.
 - b. Si precisa altresì che nel caso di Enti o Amministrazioni che chiedessero il versamento di un canone per le Concessioni (Ferrovie, ANAS, ecc), il relativo importo sarà anticipato dall'Impresa ai sensi dell'art. 26 del presente Capitolato.
 - c. Rimangono altresì a carico dell'Appaltatore, perché compensate dai prezzi unitari e dall'eventuale compenso a corpo, tutte le spese a qualsiasi titolo richiesto dagli Enti e Amministratori proprietari dei servizi che in conseguenza dei lavori, così come programmati dall'Impresa, dovessero essere temporaneamente sospesi e/o spostati. Saranno invece a carico della Amministrazione le spese occorrenti per eventuali spostamenti definitivi dipendenti dalla esecuzione delle opere di cui al presente appalto a cui potrà provvedersi anche con il disposto di cui all'art. 26 del C.S.A..
2. L'osservanza delle norme di polizia stradale, di quelle di polizia mineraria (Legge 30 marzo 1893, n. 184 e Regolamento 14 gennaio 1894, n. 19) nonché di tutte le prescrizioni, leggi e regolamenti in vigore per l'uso di mine, ove tale uso sia consentito.
 3. L'obbligo di eseguire i lavori che interessino strade o piazze sedi di attività tradizionali e collettive come mercati e/o fiere senza causare sospensioni alle predette attività che anzi debbono continuare ad aver luogo in regime di massima sicurezza. Questo onere comporta l'eventuale svolgimento delle attività lavorative in ore serali o notturne e tra l'altro, l'obbligo durante le sospensioni delle attività per il normale turno giornaliero di colmare gli scavi aperti, ripristinare provvisoriamente le pavimentazioni stradali ed allontanare le macchine operatrici. Tutto ciò senza che all'Impresa venga riconosciuto alcun particolare compenso oltre quello appositamente previsto dallo elenco prezzi.
 4. L'obbligo di eseguire i lavori previsti in contratto e secondo le indicazioni impartite, in modo da minimizzare il disagio per il traffico stradale e comunque rispettando le norme impartite "nelle Ordinanze Sindacali": n° 1272 del 22/07/2002; n° 1823 del 08/11/2002"; n° 1753 del 22/10/2003 di modifica ed integrazione all'O.S. n° 757 del 16/05/2002.
 5. Quando sia necessario impedire il traffico nella zona interessata dai lavori, a cura dell'Appaltatore, dovrà provvedersi a porre sbarramenti a cavalletto a convenienti distanze ed in punti tali che il pubblico sia in tempo avvertito dell'impedimento.
 6. Se si rendesse necessario apportare limitazioni o modifiche alla circolazione stradale, la Stazione Appaltante ne farà richiesta all'apposito ufficio del Comune, prima dell'inizio dei lavori tramite istanza circostanziata che ne precisi in particolare la durata. Ottenuta l'autorizzazione, la Stazione Appaltante ne darà tempestiva comunicazione ai Carabinieri, Polizia, Vigili del Fuoco, Croce Rossa, Enti Ospedalieri, Aziende Trasporti ecc.

57.5 Collaudi e Prove

1. L'esecuzione di modelli e campionature di lavori, materiali e forniture che venissero richiesti dalla Direzione Lavori.
2. L'esecuzione di esperienze ed analisi, come verifiche, assaggi e relative spese che venissero in ogni tempo ordinati dalla Direzione Lavori, presso il laboratorio di cantiere o presso gli istituti autorizzati, sui materiali e forniture da impiegare od impiegati o sulle opere in corrispettivo a quanto prescritto nella normativa di accettazione o di esecuzione.
3. La conservazione dei campioni fino al collaudo, muniti di sigilli controfirmati dalla Direzione Lavori e

dall'Appaltatore, in idonei locali o negli uffici direttivi.

4. L'autorizzazione al libero accesso alla Direzione Lavori ed al personale di assistenza e sorveglianza, in qualsiasi momento, nei cantieri di lavoro o di produzione dei materiali, per le prove, i controlli, le misure e le verifiche previsti dal presente Capitolato.
5. Le spese per i collaudi tecnici prescritti dall'Amministrazione o per legge per le strutture e gli impianti.
6. Le spese di collaudazione per tutte le indagini, prove e controlli che il Collaudatore o i Collaudatori riterranno opportuno disporre, a loro insindacabile giudizio, e per gli eventuali ripristini.

57.6 Sicurezza

1. Per i lavori che rientrano nella disciplina di cui all'art.90 comma 3 del D. Leg.vo 9 aprile 2008 n°81, l'Appaltatore avrà l'obbligo, entro trenta giorni dall'aggiudicazione e comunque prima della consegna dei lavori, di redigere e consegnare all'Amministrazione:
 - a. Eventuali proposte integrative del Piano di Sicurezza e di Coordinamento;
 - b. il Piano Operativo di Sicurezza di cui all'articolo 89, comma 1, lettera h) del D. Lgs. n°81/2008 per quanto attiene alle proprie scelte autonome e relative responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori, da considerare come piano complementare di dettaglio del Piano di Sicurezza e Coordinamento.
2. Tutti i piani superiormente individuati faranno parte del contratto di appalto. Le gravi o ripetute violazioni dei piani stessi, da parte dell'Appaltatore, previa formale costituzione in mora dell'interessato, costituiranno causa di risoluzione del contratto.
3. L'Appaltatore, prima dell'inizio dei lavori ovvero in corso d'opera, potrà presentare al Coordinatore per l'esecuzione proposte di modifiche od integrazioni al piano od ai piani trasmessi dall'Amministrazione, per esigenze di adeguamento tecnologico o di rispetto di eventuali norme disattese. Esso inoltre, durante l'esecuzione dell'opera osserverà le misure generali di tutela di cui all'art. 15 del D. Leg.vo n°81/2008 e curerà in particolare gli aspetti e le incombenze di cui all'art.95 del D.Leg.vo n°81/2008; inoltre, a norma dell'Art. 96 dello stesso decreto:
 - a. adotterà le misure conformi alle prescrizioni di cui all'allegato XIII del D. Leg.vo n° 81/2008;
 - b. predisporrà l'accesso e la recinzione del cantiere con modalità chiaramente visibili e individuabili;
 - c. curerà la disposizione o l'accatastamento di materiali o attrezzature in modo da evitarne il crollo o il ribaltamento;
 - d. curerà la protezione dei lavoratori contro le influenze atmosferiche che possono compromettere la loro sicurezza e la loro salute;
 - e. curerà le condizioni di rimozione dei materiali pericolosi, previo, se del caso, coordinamento con il committente o il responsabile dei lavori;
 - f. curerà che lo stoccaggio e l'evacuazione dei detriti e delle macerie avvengano correttamente.
4. L'accettazione da parte di ciascun datore di lavoro delle imprese esecutrici del piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'articolo 100 e la redazione del piano operativo di sicurezza costituiscono, limitatamente al singolo cantiere interessato, adempimento alle disposizioni di cui all'articolo 17 comma 1, lettera a), all'articolo 18, comma 1, lettera z), e all'articolo 26, commi 1, lettera b), e 3.
5. Il Direttore Tecnico del Cantiere ed il Coordinatore per l'esecuzione dei lavori vigileranno sull'osservanza dei Piani di sicurezza.
6. Si richiama anche il D. Leg.vo 10 marzo 1998 "Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro" (Min Int. e Lav.),
7. L'Appaltatore curerà che sia affissa in cantiere copia della notifica preliminare di cui all'Art. 99 del D.Leg.vo n° 81/2008 e la trasmissione del Piano di Sicurezza alle Imprese Esecutrici ed ai lavoratori

autonomi (Art. 101 comma 2).

8. Nello svolgere tali obblighi l'Appaltatore deve instaurare un corretto ed efficace sistema di comunicazione con il Committente ovvero con il Responsabile dei Lavori, con i Coordinatori per la Sicurezza e tutti i lavoratori e lui subordinati.
9. 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.

57.7 Consegna (anche provvisoria) delle opere

1. La consegna e l'uso di tutte o di parte delle opere eseguite, previo accertamento verbalizzato in contraddittorio ancor prima di essere sottoposte a collaudo.
2. La custodia, la conservazione, la manutenzione ordinaria e straordinaria di tutte le opere fino al collaudo.
3. La redazione di idonea cartografia e l'adeguamento del piano di manutenzione programmata delle opere che si va a realizzare da consegnare all'Amministrazione Appaltante onde consentire la futura sicura individuazione e garantire la manutenzione.

57.8 Riservatezza

1. L'Appaltatore si impegna a mantenere la più assoluta riservatezza su quanto concerne progetti, disegni, fotografie, documenti di ogni genere e notizie riguardanti le opere appaltate, ad astenersi dal pubblicare articoli o memorie su quanto sia venuto a conoscenza per causa dei lavori e dal far visitare i cantieri a terzi, salvo esplicita autorizzazione scritta della Direzione dei Lavori, da richiedere di volta in volta.

57.9 Danni di forza maggiore

1. In caso di danni causati da forza maggiore a opere e manufatti, i lavori di ripristino o rifacimento sono eseguiti dall'appaltatore ai prezzi di contratto decurtati (scegliere una della seguenti opzioni: Opzione 1) della percentuale di incidenza dell'utile, nella misura prevista dall'articolo 32, comma 2, lettera c), del d.P.R. n. 207 del 2010.
2. Se i lavori di ripristino o di rifacimento di cui al comma 4, sono di importo superiore a 1/5 (un quinto) dell'importo contrattuale, trova applicazione l'articolo 161, comma 13, del d.P.R. n. 207 del 2010. Per ogni altra condizione trova applicazione l'articolo 166 del d.P.R. n. 207 del 2010.

Art. 58. Obblighi speciali a carico dell'appaltatore

1. L'appaltatore è obbligato:
 - a. ad intervenire alle misure, le quali possono comunque essere eseguite alla presenza di due testimoni se egli, invitato non si presenta;
 - b. a firmare i libretti delle misure, i brogliacci e gli eventuali disegni integrativi, sottopostogli dal direttore dei lavori, subito dopo la firma di questi;
 - c. a consegnare al direttore lavori, con tempestività, le fatture relative alle lavorazioni e somministrazioni previste dal presente Capitolato speciale e ordinate dal direttore dei lavori che per la loro natura si giustificano mediante fattura;
 - d. a consegnare al direttore dei lavori le note relative alle giornate di operai, di noli e di mezzi d'opera, nonché le altre provviste somministrate, per gli eventuali lavori previsti e ordinati in economia

nonché a firmare le relative liste settimanali sottopostegli dal direttore dei lavori.

2. L'appaltatore è obbligato ai tracciamenti e ai riconfinamenti, nonché alla conservazione dei termini di confine, così come consegnati dalla direzione lavori su supporto cartografico o magnetico-informatico. L'appaltatore deve rimuovere gli eventuali picchetti e confini esistenti nel minor numero possibile e limitatamente alle necessità di esecuzione dei lavori. Prima dell'ultimazione dei lavori stessi e comunque a semplice richiesta della direzione lavori, l'appaltatore deve ripristinare tutti i confini e i picchetti di segnalazione, nelle posizioni inizialmente consegnate dalla stessa direzione lavori.
3. L'appaltatore deve produrre alla direzione dei lavori un'adeguata documentazione fotografica relativa alle lavorazioni di particolare complessità, o non più ispezionabili o non più verificabili dopo la loro esecuzione oppure a richiesta della direzione dei lavori. La documentazione fotografica, a colori e in formati riproducibili agevolmente, reca in modo automatico e non modificabile la data e l'ora nelle quali sono state fatte le relative riprese.

L'Impresa dichiara espressamente che di tutti gli obblighi ed oneri sopracitati e di ogni altro inerente la buona esecuzione dei lavori , ha tenuto conto nella formulazione dell'offerta e/o del ribasso offerto e/o dei prezzi unitari in sede di gara.

Art. 59. Proprietà dei materiali di scavo e di demolizione

1. I materiali provenienti dalle escavazioni e dalle demolizioni sono di proprietà della Stazione appaltante.
2. In attuazione dell'articolo 36 del capitolato generale d'appalto i materiali provenienti dalle escavazioni devono essere trasportati e regolarmente accatastati in cantiere, 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 cantiere, 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 decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42.
5. E' fatta salva la possibilità, se ammessa, di riutilizzare i materiali di cui ai commi 1, 2 e 3, ai fini di cui all'articolo 61.

Art. 60. 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. 61. 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 e la caratterizzazione chimico-fisica dei materiali escavati.
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 decreto legislativo n. 152 del 2006;
 - b. siano sottratte al regime di trattamento dei rifiuti nel rispetto di quanto previsto dagli articoli 185 e 186 dello stesso decreto legislativo n. 152 del 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. 62. Custodia del cantiere

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

Art. 63. Eventuale sopravvenuta inefficacia del contratto

1. Se il contratto è dichiarato inefficace per gravi violazioni in seguito ad annullamento dell'aggiudicazione definitiva per gravi violazioni, trova applicazione l'articolo 121 dell'allegato 1 al decreto legislativo n. 104 del 2010 (Codice del processo amministrativo), come richiamato dall'articolo 245-bis, comma 1, del Codice dei contratti.
2. Se il contratto è 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 decreto legislativo n. 104 del 2010, come richiamato dall'articolo 245-ter, comma 1, del Codice dei contratti.
3. Trovano in ogni caso applicazione, ove compatibili e in seguito a provvedimento giurisdizionale, gli articoli 123 e 124 dell'allegato 1 al decreto legislativo n. 104 del 2010, come richiamati dagli articoli 245-quater e 245-quinquies, del Codice dei contratti.

Art. 65. 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, accessi 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 di cui agli articoli 29, commi 1 e 2, e 30, e per la richiesta di risoluzione di cui all'articolo 29, comma 4.
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 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 e il CUP di cui all'articolo 1, comma 5.
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, se reiterata per più di una volta, costituisce causa di risoluzione del contratto ai sensi dell'articolo 54, comma 2, lettera b), 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. 66. Spese contrattuali, imposte, tasse

1. Ai sensi dell'articolo 139 del d.P.R. n. 207 del 2010 sono a carico dell'appaltatore senza diritto di rivalsa:
 - a. le spese contrattuali;
 - b. le tasse e gli altri oneri per l'ottenimento di tutte le licenze tecniche occorrenti per l'esecuzione dei lavori e la messa in funzione degli impianti;
 - c. le tasse e gli altri oneri dovuti ad enti territoriali (occupazione temporanea di suolo pubblico, passi carrabili, permessi di scarico, ecc.) direttamente o indirettamente connessi alla gestione del cantiere e all'esecuzione dei lavori;
 - d. le spese, le imposte, i diritti di segreteria e le tasse relativi al perfezionamento e alla registrazione del contratto.
2. Sono altresì a carico dell'appaltatore tutte le spese di bollo per gli atti occorrenti per la gestione del lavoro, dalla consegna alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio.
3. Se, per atti aggiuntivi o risultanze contabili finali sono necessari aggiornamenti o conguagli delle somme per spese contrattuali, imposte e tasse di cui ai commi 1 e 2, le maggiori somme sono comunque a carico dell'appaltatore e trova applicazione l'articolo 8 del capitolato generale d'appalto.
4. A carico dell'appaltatore restano inoltre le imposte e gli altri oneri, che, direttamente o indirettamente gravano sui lavori e sulle forniture oggetto dell'appalto.
5. Il presente contratto è soggetto all'imposta sul valore aggiunto (I.V.A.); l'I.V.A. è regolata dalla legge; tutti gli importi citati nel presente Capitolato speciale si intendono I.V.A. esclusa.

Allegato «A»	ELENCO DEGLI ELABORATI INTEGRANTI IL PROGETTO (articolo 7, comma 1, lettera c))
---------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------

Tav A	Relazione Generale	
Tav A1	Relazione integrativa	
Tav A2	Relazione sulle opere strutturali	
Tav A3	Relazione integrativa strutture copertura canale	
Tav B	Relazione rete fognante	
Tav C	Capitolato speciale d'appalto	
Tav D	Schema di contratto	
Tav E	Elenco prezzi unitari	
Tav F	Elenco descrittivo dei corpi d'opera	
Tav G	Documentazione fotografica	
Tav L	Cronoprogramma	
Tav P1	Piano di manutenzione – Manuale d'uso	
Tav P2	Piano di manutenzione – Manuale di manutenzione	
Tav P3	Piano di manutenzione – Sottoprogramma delle prestazioni	
Tav P4	Piano di manutenzione – Sottoprogramma dei controlli	
Tav P5	Piano di manutenzione – Sottoprogramma degli interventi di manutenzione	
Tav Q1	Piano di sicurezza e coordinamento	
Tav Q2	Layout di cantiere	
Tav Q3	Fascicolo dell'opera	
Tav Q4	Disciplinare integrativo	
Tav R	Relazione geologica	
Tav 1	Variante al P.R.G. - Stralcio Aerofotogrammetrico - Stralcio Catastale	(scala : varie)
Tav 2	Planimetria dello stato di fatto	(scala 1: 500)
Tav 3	Planimetria dello stato di fatto con rilievo topograf. e indicazione delle sezioni	(scala 1: 500)
Tav 4	Planimetria dello stato di fatto con allineamento e quote	(scala 1: 500)
Tav 5	Planimetria stato di fatto con indicazione dei muri da demolire	(scala 1: 500)
Tav 6	Planimetria di progetto con indicazione degli interventi da realizzare	(scala 1: 500)
Tav 7	Planimetria di progetto con allineamento e quote	(scala 1: 500)
Tav 8	Planimetria di progetto con indicazione dei muri da realizzare	(scala 1: 500)
Tav 9	Planimetria rete fognaria	(scala 1: 500)
Tav 10	Planimetria della predisposizione dell'impianto di pubblica illuminazione	(scala 1: 500)
Tav 11	Planimetria quotata degli asfalti	(scala 1: 500)

Tav 12	Planimetria quotata dei marciapiedi	(scala 1: 500)
Tav 13	Piano particellare di esproprio	(scala 1: 500)
Tav 14	Profilo longitudinale	(scala 1: 200/20)
Tav 15	Profilo longitudinale fognatura	(scala 1: 200/20)
Tav 15a	Sezioni dalla sez. 1 alla sez. 8	(scala 1: 100)
Tav 15b	Sezioni dalla sez. 9 alla sez. 16	(scala 1: 100)
Tav 16	Planimetria della segnaletica con scivoli per portatori di handicap	(scala 1: 500)
Tav 17	Planimetria quotata dei marciapiedi esistenti da ripristinare	(scala 1: 500)
Tav 18a	Planimetria con indicazione dei cercini da realizzare sul nuovo tratto di strada	(scala 1: 500)
Tav 18b	Planimetria con indicazione dei cercini da realizzare sul tratto di strada esistente	(scala 1: 500)
Tav 19	Particolari costruttivi	(scala : varie)
Tav 20	Particolare costruttivo fognatura	(scala : varie)

PARTE SECONDA

Specifiche Prestazioni Tecniche

INDICE

CAPO 1 - QUALITÀ, PROVENIENZA E NORME DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI, DEI MANUFATTI E DELLE FORNITURE IN GENERE

ART. 1	CARATTERISTICHE GENERALI – SCORPORI.....	87
Art. 1.1	CONDIZIONI DI ACCETTAZIONE	87
Art. 1.1.0	Generalità.....	87
1.1.1.	Marchio CE	88
1.1.2.	Materiali e prodotti per uso strutturale.....	88
1.1.3.	Materiali e prodotti pericolosi	88
ART. 2	MATERIALI NATURALI, DI CAVA E ARTIFICIALI.....	89
2.1.	ACQUA.....	89
2.2.	AGGREGATI PER MALTA.....	89
2.2.0.	Generalità.....	89
2.2.1.	Termini e definizioni.....	89
2.2.2.	Granulometria	89
2.2.3.	Requisiti fisici e chimici.....	90
2.2.4.	Designazione e descrizione	90
2.2.5.	Marcatura ed etichettatura – Marcatura CE.....	90
2.2.6.	Sistema di attestazione di conformità.....	91
2.3.	AGGREGATI PER CALCESTRUZZO.....	91
2.3.0.	Generalità.....	91
2.3.1.	Granulometria	92
2.3.2.	Forma dell’aggregato (a.g.)	92
2.3.3.	Resistenza alla frantumazione (a.g.)	92
2.3.4.	Resistenza all’usura (a.g.).....	92
2.3.5.	Resistenza alla levigabilità e all’abrasione (a.g.)	92

2.3.6.	Riferimento a norme UNI	93
2.3.7.	Designazione, marcatura ed etichettatura.....	93
2.3.8.	Marcatura ed etichettatura CE	93
2.3.9.	Sistema di attestazione	94
2.4.	AGGREGATI PER SOVRASTRUTTURE STRADALI – GENERALITÀ.....	94
2.5.	Aggregati per sovrastruttura stradali – aggregati per materiali non legati o legati con leganti idraulici (uni en 13042).....	94
2.5.1.	Granulometria	94
2.5.2.	Forma dell’aggregato grosso	94
2.5.3.	Percentuale di particelle rotte o frantu-mate o totalmente arrotondate negli aggregati grossi .	95
2.5.4.	Contenuto di fini.....	95
2.5.5.	Resistenza alla frammentazione dell’aggregato grosso.....	95
2.5.6.	Resistenza all’usura dell’aggregato grosso.....	95
2.5.7.	Requisiti chimici.....	95
2.5.8.	Requisiti di durabilità.....	95
2.5.9.	Designazione, marcatura ed etichettatura. Marcatura CE.....	95
2.5.10.	Sistema di attestazione.....	96
2.6.	Aggregati per fondi e sottofondi stradali – miscele non legate	96
2.6.1.	Designazione della miscela.....	96
2.6.2.	Contenuto di fini.....	96
2.6.3.	Curva granulometrica generale	96
2.6.4.	Designazione e descrizione	97
2.7.	Aggregati per sovrastrutture stradali – Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali	97
2.7.1.	Granulometria	97
2.7.2.	Forma dell’aggregato grosso	97
2.7.3.	Percentuali di superficie frantumata negli aggregati grossi.....	97
2.7.4.	Contenuto di fini.....	97
2.7.5.	Resistenza alla frammentazione dell’aggregato grosso	97

2.7.6.	Resistenza alla levigazione dell'aggregato grosso per manti superficiali – Abrasione superficiale	98
2.7.7.	Resistenza all'usura dell'aggregato grosso.....	98
2.7.8.	Durabilità.....	98
2.7.9.	Resistenza al gelo/disgelo	98
2.7.10.	Sonnenbrand del basalto	98
2.7.11.	Requisiti per l'aggregato filler	98
2.7.12.	Designazione, marcatura ed etichettatura – Marcatura CE.....	98
2.8.	POMICE.....	98
2.9.	PIETRE NATURALI E MARMI	99
2.9.0.	Generalità – Caratteristiche tecniche e nomenclatura	99
2.9.1.	Pietra da taglio	100
2.9.2.	Tufo calcareo (83).....	100
2.9.3.	Ardesia.....	100
2.9.4.	Marmo (⁸⁴)	100
2.10.	MANUFATTI LAPIDEI STRADALI – Cubetti	100
2.10.0	Generalità.....	100
2.10.1.	Lastre di pietra naturale (⁸⁵)	101
2.10.2.	Cordoli di pietra naturale	101
2.10.3.	Bocchette di scarico	101
2.10.4.	Risvolti	101
2.10.5.	Guide	101
2.10.6.	Cubetti di pietra per pavimentazione	102
Art. 3	CALCI – POZZOLANE – LEGANTI IDRAULICI	103
3.1.	CALCI.....	103
3.1.0.	Generalità.....	103
3.1.1.	Calce viva (⁸⁸)	103
3.1.2.	Calce idrata in polvere (⁸⁹).....	103
3.1.3.	Marcatura ed etichettatura.....	103

3.2.	POZZOLANA	103
3.3.	LEGANTI IDRAULICI	104
3.3.0.	Generalità	104
3.3.1.	Denominazione dei tipi	104
3.3.2.	Resistenze meccaniche e tempi di presa.....	104
3.3.3.	Modalità di fornitura	104
3.3.4.	Prelievo dei campioni	105
3.3.5.	Conservazione	105
3.3.6.	Particolari prescrizioni e impieghi	105
3.4.	ADDITIVI	105
3.4.1.	Additivi per calcestruzzi.....	105
3.4.2.	Additivi per malte	105
ART. 4	MATERIALI LATERIZI	105
ART. 5	MATERIALI FERROSI – PRODOTTI DI ACCIAIO E GHISA	106
5.0.	GENERALITÀ	106
5.0.1.	Designazione e classificazione – Qualificazione	106
5.0.2.	Identificazione dei prodotti qualificati	107
5.0.3.	Prove e certificazioni	107
5.0.4.	Documentazione di accompagnamento	107
5.1.	ACCIAI PER CEMENTO ARMATO ORDINARIO	107
5.1.0.	Generalità	107
5.1.1.	Acciaio laminato a caldo.....	108
5.1.2.	Acciaio laminato a freddo	108
5.1.3.	Barre e rotoli	108
5.1.4.	Accertamento delle proprietà meccaniche.....	108
5.1.5.	Reti e tralicci elettrosaldati	108
5.1.6.	Tolleranze dimensionali	108
5.1.7.	Centri di trasformazione.....	108

5.2.	ACCIAI PER STRUTTURE METALLICHE.....	109
5.2.0.	Generalità.....	109
5.2.1.	Acciaio laminato – Prodotti piani e lunghi	110
5.2.2.	Acciaio laminato – Profilati aperti	110
5.2.3.	Acciaio laminato – Profilati cavi	110
5.3.	LAMIERE DI ACCIAIO.....	110
5.3.1.	Lamiere bugnate o striate	110
5.3.2.	Lamiere grecate.....	110
5.4.	LAMIERE ZINCATE E MANUFATTI RELATIVI.....	111
5.4.0.	Generalità.....	111
5.4.1.	Lamiere zincate con procedimento continuo a caldo	111
5.4.2.	Manufatti tubolari per tombini	111
5.4.3.	Manufatti tubolari per drenaggi.....	112
5.4.4.	Manufatti per barriere di sicurezza e parapetti metallici	112
5.4.5.	Manufatti per graticciate	113
5.5.	PRODOTTI DI ACCIAIO ZINCATI IN DISCONTINUO	113
5.6.	ACCIAIO INOSSIDABILE	114
5.7.	TUBI DI ACCIAIO	114
5.7.0.	Generalità.....	114
5.7.1.	Tubi di acciaio per impiantistica – Tubi zincati.....	114
5.7.2.	Tubi per condotte.....	115
5.7.3.	Tubi per condotte di gas naturale (metanodotti)	116
5.8.	PRODOTTI GRIGLIATI ELETTROSALDATI E/O PRESSATI	117
5.9.	GHISA E PRODOTTI DI GHISA.....	117
5.9.1.	Ghisa grigia per getti	117
5.9.2.	Ghisa malleabile per getti.....	118
5.9.3.	Ghisa a grafite sferoidale per getti.....	118
5.9.4.	Tubi di ghisa grigia per condotte d’acqua	118

5.9.5.	Tubi di ghisa sferoidale per condotte d'acqua	118
5.9.6.	Tubi di ghisa sferoidale per fognatura	120
5.9.7.	Tubi di ghisa sferoidale per condotte di gas.....	121
ART. 6	METALLI DIVERSI	121
6.0.	GENERALITÀ	121
6.1.	STAGNO E SUE LEGHE.....	121
6.2.	ZINCO E SUE LEGHE	121
6.3.	RAME E SUE LEGHE - PRODOTTI.....	122
6.3.1.	Tubi.....	122
6.3.2.	Lamiere.....	122
ART. 7	LEGNAMI	122
7.0.	GENERALITÀ	122
7.0.1.	Nomenclatura e misurazione	122
7.0.2.	Requisiti in generale	122
7.1.	LEGNAMI DA CARPENTERIA DEFINITIVA	122
ART. 8	MATERIALI PER PAVIMENTAZIONI	123
8.0.	GENERALITÀ	123
8.1.	MATTONELLE, MARMETTE E PIETRINI DI CEMENTO.....	123
8.1.0.	Norme generali.....	123
8.1.1.	Mattonelle di cemento.....	123
8.1.2.	Pietrini di cemento	123
8.2.	PIASTRELLE DI CERAMICA.....	123
8.3.	MATTONELLE D'ASFALTO	124
ART. 9	PRODOTTI DI FIBRO CEMENTO	124
9.1.	Generalità.....	124
9.2.	TUBI, GIUNTI E PEZZI SPECIALI (RACCORDI)	124
9.2.0.	Generalità e prove.....	124
ART. 10	PRODOTTI DI CEMENTO E AGGREGATI GRANULARI.....	125

10.0.	GENERALITÀ	125
10.1.1.	Tubi di cemento semplice (¹³⁷)	126
10.1.2.	Tubi di cemento armato ordinario	126
10.1.3.	Tubi rinforzati con fibre di acciaio	127
10.1.4.	Tubi di cemento armato precompresso	127
10.2.	MANUFATTI DIVERSI	129
10.2.1.	Manufatti in pietra artificiale	129
10.2.2.	Canalette di drenaggio	129
10.2.3.	Lastre per mantellate	129
10.2.4.	Elementi a griglia per mantellate	129
ART. 11	LEGANTI IDROCARBURATI E AFFINI – MATERIALI PER IMPERMEABILIZZAZIONI.....	130
11.1.	BITUMI.....	130
11.1.1.	Bitumi per usi stradali	130
11.1.2.	Bitumi da spalmatura	130
11.1.3.	Bitumi liquidi	130
11.1.4.	Emulsioni bituminose	130
11.1.5.	Mastice bituminoso.....	131
11.2.	ASFALTO E DERIVATI	131
11.2.1.	Polveri di rocce asfaltiche.....	131
11.2.2.	Mastice di asfalto	131
11.2.3.	Asfalto colato.....	131
11.2.4.	Olii minerali per trattamenti con polveri asfaltiche	132
11.4.	MEMBRANE PREFABBRICATE	132
11.4.0.	Generalità.....	132
11.4.1.	Supporto in veli di fibre di vetro.....	132
11.4.2.	Membrane a base di carte feltro e vetro veli bitumati	133
11.4.3.	Membrane a base di bitume ossidato fillerizzato	133
11.4.4.	Membrane a base di bitume-polimero plastomerico	133

11.4.5.	Membrane a base di bitume-polimero elastomerico	133
11.4.6.	Membrane a base plastomerica in polivinilcloruro.....	133
11.4.7.	Membrane a base elastomerica.....	133
ART. 12	ADESIVI – SIGILLANTI – GUARNIZIONI – IDROFUGHI – IDROREPELLENTI – ADDITIVI	133
12.1.	ADESIVI	133
12.1.1.	Adesivi per piastrelle	134
12.2.	SIGILLANTI	134
12.2.0.	Generalità.....	134
12.2.1.	Sigillanti siliconici.....	135
12.2.2.	Sigillanti poliuretanicì	136
12.2.3.	Sigillanti polisolfurici.....	136
12.2.4.	Sigillanti a basso recupero elastico	136
12.3.	GUARNIZIONI.....	136
12.3.0.	Generalità.....	136
12.3.1.	Guarnizioni elastomeriche	136
12.3.2.	Guarnizioni in cloruro di polivinile (PVC).....	136
12.3.3.	Guarnizioni in poliuretano espanso	137
12.4.	IDROFUGHI	137
12.5.	IDROREPELLENTI.....	137
12.6.	ADDITIVI	137
ART. 13	PRODOTTI DI MATERIE PLASTICHE	138
13.0	GENERALITÀ	138
13.1.	LASTRE ONDULATE TRASLUCIDE	138
13.2.	TUBI E RACCORDI DI CLORURO DI POLIVINILE (PVC)	138
13.2.0.	Generalità.....	138
13.2.1.	Tubi e raccordi per adduzione d’acqua	138
13.2.2.	Tubi e raccordi per fognature e scarichi interrati	139
13.3.	TUBI, RACCORDI E VALVOLE DI POLIETILENE	140

13.3.1.	Tubi, raccordi e valvole di polietilene per la distribuzione di gas combustibili.....	140
13.3.2.	Tubi per distribuzione d'acqua (¹⁶⁴).....	140
13.3.4.	Tubi a parete strutturata per scarichi	141
13.4	TUBI E RACCORDI DI RESINE TERMO-INDURENTI RINFORZATE CON FIBRE DI VETRO (PRFV)	141
13.4.0.	Generalità	141
13.4.1.	Materiali	142
13.4.2.	Composizione dello stratificato.....	142
13.4.3.	Dimensioni.....	142
13.4.4.	Classificazione	143
13.4.5.	Caratteristiche e requisiti di accettazione.....	143
13.4.6.	Designazione e marcatura	144
ART. 14	APPARECCHI IDRAULICI	144
14.0.	GENERALITÀ	144
14.1.	Valvole per la fornitura d'acqua.....	144
14.1.1.	Generalità e materiali.....	144
14.1.2.	Pressioni	145
14.1.3.	Temperature.....	145
14.1.4.	Tipi di estremità e intercambiabilità	145
14.1.5.	Velocità massima dell'acqua	145
14.1.6.	Tenuta.....	145
14.1.7.	Prove.....	145
14.1.8.	Attestato di conformità	145
14.2.	Valvole per condotte gas.....	145
ART. 15	MATERIALI DIVERSI E SPECIALI	145
15.1.	ACCESSORI PER CAMERETTE E POZZETTI STRADALI.....	145
15.1.1.	Dispositivi di chiusura per camerette d'ispezione	145
15.1.2.	Griglie e chiusini per pozzetti stradali (caditoie)	146
15.1.3.	Gradini per pozzetti di ispezione	146

15.2.	MATERIALI PER GIUNZIONI	147
15.2.1.	Elastomeri per anelli di tenuta	147
15.2.2.	Corda catramata.....	148
15.2.3.	Mastici bituminosi per giunzioni plastiche a caldo	148
15.2.4.	Mastici per giunzioni plastiche a freddo	148
15.3.	MATERIALI PER RIVESTIMENTI PROTETTIVI	148
15.3.1.	Cariche.....	148
15.3.2.	Bitume e miscela bituminosa	148
15.3.3.	Fibre di vetro per armatura	149
15.4.	APPARECCHI DI APPOGGIO	149
15.4.0.	Generalità	149
15.4.1.	Apparecchi metallici	149
15.4.2.	Apparecchi di gomma e misti	150
15.5.	SEGNALI STRADALI	150
15.6.	PELLICOLE RETRORIFLETTENTI	151
15.6.0.	Generalità.....	151
15.6.1.	Pellicole a normale risposta luminosa (classe 1).....	151
15.6.2.	Pellicole ad alta risposta luminosa (classe 2)	151
15.7.	VERNICI RIFRANGENTI.....	152

**CAPO 2 - MODO DI ESECUZIONE DELLE CATEGORIE DI LAVOROMOVIMENTI DI MATERIE – OPERE
D'ARTE – LAVORI DIVERSI**

ART. 16	RILIEVI – CAPISALDI – TRACCIATI	153
16.1.	RILIEVI.....	153
16.2.	CAPISALDI	153
16.3.	TRACCIATI	153
ART. 17	DEMOLIZIONI E RIMOZIONI.....	153
17.1.	GENERALITÀ	153

17.1.1.	Tecnica operativa – Responsabilità	153
17.1.2.	Disposizioni antinfortunistiche.....	154
17.1.3.	Accorgimenti e protezioni	154
17.1.4.	Limiti di demolizione	154
17.1.5.	Smaltimento	154
17.2.	DIRITTI DELL’AMMINISTRAZIONE.....	154
ART. 18	SCAVI IN GENERE	155
18.0.	GENERALITÀ	155
18.0.1.	Allontanamento e deposito delle materie di scavo	155
18.0.2.	Uso degli esplosivi	155
18.0.3.	Determinazione sulle terre.....	156
18.1.	SCAVI DI SBANCAMENTO	156
18.2.	SCAVI DI FONDAZIONE	156
18.2.1.	Generalità	156
18.2.2.	Modo di esecuzione	156
18.2.3.	Attraversamenti	157
18.2.4.	Scavi in presenza di acqua.....	157
18.2.5.	Ture provvisorie.....	157
18.2.6.	Paratie subalvee	157
18.2.7.	Divieti e oneri	157
18.3	INTERVENTI DI CONTENIMENTO DEGLI SCAVI	158
18.3.1.	Bullonatura	158
18.3.2.	Presostegno con infilaggi.....	158
18.3.3.	Iniezioni	159
18.3.4.	Jet-grouting sub-orizzontale e sub-verticale.....	159
18.3.5.	Drenaggi	159
18.3.6.	Preconsolidamento con tubi in vetroresina	159
ART. 19	RILEVATI E RINTERRI – PIANI DI POSA	160

19.0	GENERALITÀ	160
19.1.	RILEVATI COSTIPATI MECCANICAMENTE	161
19.1.1.	Formazione dei piani di posa.....	161
19.1.2.	Formazione dei rilevati.....	161
19.2.	RILEVATI E RINTERRI ADDOSSATI A MURATURE – RINTERRI DI CAVI	162
19.3.	PIANI DI POSA IN TRINCEA	163
ART. 20	FANGHI DI BENTONITE	163
ART. 21	PALI DI FONDAZIONE – ANCORAGGI.....	163
21.0.	GENERALITÀ	163
21.0.1.	Scelta del tipo di palificata	163
21.0.2.	Calcolo della resistenza	164
21.0.3.	Stabilità dei pali in gruppo.....	164
21.0.4.	Pali di prova	164
21.0.5.	Prove di carico – Collaudo	164
21.0.6.	Registro delle annotazioni.....	165
21.0.7.	Diagrammi delle prove di carico – Cedimenti	165
21.1.	PALI IN CALCESTRUZZO COSTRUITI FUORI OPERA	166
21.1.0.	Generalità.....	166
21.1.1.	Pali in cemento armato vibrato a sezione piena	166
21.1.2.	Pali in cemento armato centrifugato	166
21.2.	PALI IN CALCESTRUZZO COSTRUITI IN OPERA.....	166
21.2.1.	Pali battuti o pressati.....	166
21.2.2.	Pali trivellati.....	167
21.2.3.	Pali a grande diametro	167
21.2.4.	Pali tipo Raymond	168
21.3.	MICROPALI.....	168
21.3.1.	Pali radice (²¹⁴).....	168
21.3.2.	Micropali Tubfix (²¹⁴)	168

21.4.	PALI SPECIALI	168
21.4.1.	Pali di sabbia	168
21.4.2.	Pali di costipamento (vibroflottazione)	169
21.4.3.	Pali di consolidamento (jet grouting)	169
21.5.	ANCORAGGI	170
21.5.0.	Generalità	170
21.5.1.	Tiranti – Materiali e componenti	170
21.5.2.	Perforazione	170
21.5.3.	Tesatura	170
21.5.4.	Collaudo	171
21.5.5.	Rapporto tecnico	171
ART. 22	DIAFRAMMI DI PALI – DIAFRAMMI CONTINUI	171
22.1.	DIAFRAMMI	171
22.1.1.	Diaframmi di pali trivellati	171
22.1.2.	Diaframmi continui eseguiti con impiego di fanghi di bentonite	171
ART. 23	MALTE – QUALITÀ E COMPOSIZIONE	171
23.1.	GENERALITÀ	171
23.2.	COMPOSIZIONE DELLE MALTE	172
23.2.1.	Malte comuni, idrauliche, cementizie, pozzolaniche – Malte bastarde	172
23.2.2.	Malte espansive (antiritiro)	173
23.2.3.	Malte per iniezioni di cavi di precompressione	173
ART. 24	CALCESTRUZZI E CONGLOMERATI	173
24.0.	GENERALITÀ	173
24.1.	CALCESTRUZZI DI MALTA	173
24.1.1.	Calcestruzzo ordinario	173
24.1.2.	Calcestruzzo ciclopico	174
24.2.	CONGLOMERATI CEMENTIZI (CALCESTRUZZI) NORMALI E PESANTI (²²⁹)	174
24.2.0.	Generalità	174

24.2.1.	Leganti	174
24.2.2.	Inerti – Granulometria e miscele.....	174
24.2.3.	Acqua.....	175
24.2.4.	Cloruri.....	175
24.2.5.	Additivi	175
24.2.6.	Aggiunte	176
24.2.7.	Composizione del conglomerato.....	176
24.2.8.	Impasto del conglomerato	176
24.2.9.	Conglomerati a prestazione garantita.....	176
24.2.10.	Conglomerati a composizione	177
24.2.11.	Conglomerato a composizione normalizzata	177
24.2.12.	Requisiti di durabilità.....	177
24.2.13.	Prelievo dei campioni – Controlli di accettazione	179
24.2.14.	Preparazione e stagionatura dei provini	180
24.2.15.	Prove e controlli vari	180
24.2.16.	Trasporto del conglomerato.....	180
24.3.	CALCESTRUZZO PRECONFEZIONATO (²⁴⁵)	181
24.4.	CALCESTRUZZI SPECIALI.....	181
24.4.1.	Calcestruzzi cementizi con inerti leggeri	181
24.4.2.	Calcestruzzo cellulare	182
24.4.3.	Calcestruzzo autocompattante	182
24.4.4.	Calcestruzzo rinforzato con fibre di acciaio.....	183
24.5.	CALCESTRUZZI AD ALTA RESISTENZA (HPC)	183
24.6.	CONGLOMERATO DEBOLMENTE ARMATO O NON ARMATO	184
ART. 25	MURATURA DI GETTO IN CONGLOMERATO	184
25.1.	MURATURA DI GETTO	184
25.2.	CONGLOMERATO A VISTA.....	184
25.2.0.	Generalità.....	184

25.2.1.	Contenuto in cemento	185
25.2.2.	Rapporto acqua-cemento	185
25.2.3.	Cemento e aggregati	185
25.2.4.	Disarmanti	185
25.2.5.	Getto – Maturazione – Disarmo	185
ART. 26	OPERE IN CEMENTO ARMATO NORMALE	185
26.0.	GENERALITÀ	185
26.1.	CLASSI DI QUALITÀ DEL CONGLOMERATO	186
26.2.	POSA IN OPERA DEL CONGLOMERATO	186
26.2.1.	Controllo e pulizia dei casseri	186
26.2.2.	Trasporto del conglomerato	186
26.2.3.	Getto del conglomerato	186
26.2.4.	Ripresa del getto	186
26.2.5.	Vibrazione del conglomerato	186
26.2.6.	Temperatura del conglomerato	187
26.2.7.	Getto nella stagione fredda	187
26.2.8.	Getto nella stagione calda	187
26.2.9.	Protezione e inumidimento – Stagionatura	187
26.2.10.	Protezione dalla fessurazione	188
26.2.11.	Maturazione a vapore	188
26.3.	DISARMO DEI GETTI DI CONGLOMERATO	188
26.3.1.	Generalità	188
26.3.2.	Tempi minimi di disarmo	188
26.4.	GETTI IN AMBIENTI AGGRESSIVI	188
26.5.	ACCIAI PER CONGLOMERATI NORMALI	189
26.5.1.	Regole specifiche	189
26.5.2.	Ancoraggio delle barre	189
26.5.3.	Piegatura delle barre	189

26.5.4.	Copriferro e interferro.....	189
ART. 27	OPERE IN CEMENTO ARMATO PRECOMPRESSO	189
27.1.	CLASSE DI QUALITÀ DEL CONGLOMERATO	190
27.2.	REGOLE D'ESECUZIONE	190
ART. 28	CASSEFORME, ARMATURE	190
ART. 29	BARRIERE DI SICUREZZA E PARAPETTI METALLICI	191
ART. 30	INTONACI	192
ART. 31	RIVESTIMENTI.....	192
31.1	Rivestimenti in lastre di marmo e pietra.....	192
ART. 32	OPERE IN MARMO, PIETRE NATURALI O ARTIFICIALI	193
32.0.	GENERALITÀ	193
32.0.1.	Forme – Dimensioni e caratteristiche	193
32.0.2.	Posa in opera dei manufatti	193
32.1.	MARMI E PIETRE NATURALI – PIETRA DA TAGLIO	194
32.1.1.	Marmi e pietre naturali	194
32.1.2.	Pietra da taglio	194
32.2.	PIETRE ARTIFICIALI.....	194
32.3.	CORDOLI PER MARCIAPIEDI – MANUFATTI LAPIDEI STRADALI	194
32.3.1.	Cordoli in masselli di pietra	194
32.3.2.	Cordoli in elementi prefabbricati	195
32.3.3.	Manufatti lapidei stradali. Tipi diversi.....	195
ART. 33	OPERE DA CARPENTIERE.....	195
ART. 34	OPERE DA LATTONIERE – MANUFATTI IN LAMIERA ZINCATA.....	195
34.1.	TOMBINI TUBOLARI IN LAMIERA.....	195
34.1.0.	Generalità.....	195
34.1.1.	Modalità di posa in opera.....	195
34.1.2.	Accorgimenti particolari	196
ART. 35	DRENAGGI – GABBIONI.....	196

35.1.	DRENAGGI	196
35.1.0.	Generalità	196
35.1.1.	Drenaggi con filtro in geotessile	196
35.1.2.	Drenaggi di contenimento di scavi	197
35.2.	GABBIONI	197
ART. 36	TUBAZIONI.....	197
36.0.	GENERALITÀ	197
36.0.1.	Progetto esecutivo	197
36.0.2.	Tubi, raccordi e apparecchi	197
36.0.3.	Tracciati e scavi delle trincee	197
36.0.4.	Preparazione del piano di posa – Massetto	198
36.0.5.	Scarico dai mezzi di trasporto	198
36.0.6.	Pulizia dei tubi e accessori.....	198
36.0.7.	Posa in opera dei tubi.....	198
36.0.8.	Protezione esterna delle tubazioni	199
36.0.9.	Prova delle tubazioni	199
36.0.10.	Pressioni di prova e collaudo.....	200
36.0.11.	Rinterro dei cavi	200
36.1.	TUBAZIONI DI CLORURO DI POLIVINILE (PVC).....	200
36.1.1.	Generalità	200
36.1.2.	Giunzioni rigide.....	201
36.1.2.	Giunzioni elastiche	201
36.1.3.	Prova idraulica per condotte in pressione	201
36.2	TUBAZIONI DI POLIETILENE	202
ART. 37	MANUFATTI PER IMPIANTI FOGNANTI	202
37.1.	POZZETTI PER IMPIANTI FOGNANTI	202
37.1.1.	Pozzetti di ispezione300	202
37.1.2.	Pozzetti di salto	202

37.1.3.	Pozzetti di lavaggio	203
37.1.4.	Pozzetti di scarico	203
ART. 38	OPERE DI PROTEZIONE DELLE SCARPATE – OPERE IN VERDE - CONSOLIDAMENTI	203
38.1.	CANALETTE DI SCARICO DELLE ACQUE SUPERFICIALI	203
38.2.	MANTELLATE DI RIVESTIMENTO	204
38.2.1.	Mantellata in lastre	204
38.2.2.	Mantellata in grigliato articolato.....	204
38.3.	LAVORI DI RIVESTIMENTO VEGETALE	204
38.3.1.	Lavorazione del terreno e concimazione	204
38.3.2.	Piantamento	204
38.3.3.	Semine	205
38.3.4.	Semine di miscugli preparatori su terreni destinati a talee	205
38.3.5.	Semine mediante attrezzature a spruzzo.....	205
38.3.6.	Rivestimento in zolle erbose	206
38.3.7.	Serrette in fascine verdi	206
38.3.8.	Graticci in fascine verdi	206
38.3.9.	Viminate	206
38.3.10.	Rimboschimento	207
38.3.11.	Cure colturali	207
38.3.12.	Pulizia del piano viabile	207
38.4.	PROTEZIONE DELLE SCARPATE IN ROCCIA	207
38.5.	CONSOLIDAMENTO MEDIANTE MALTA DI CEMENTO SPRUZZATA	207
38.6.	CONSOLIDAMENTO DI TERRENI MEDIANTE INIEZIONI DI SOSTANZE COESIVE	208
38.6.1.	Tecnica.....	208
ART. 39	SEGNALETICA STRADALE.....	209
39.0.	GENERALITÀ	209
39.1.	SEGNALETICA VERTICALE	209
39.2.	SEGNALETICA ORIZZONTALE	210

39.3.	PARACARRI – INDICATORI CHILOMETRICI – TERMINI DI CONFINE	210
-------	----------------------------------------------------------------	-----

CAPO 3 - MODO DI ESECUZIONE DELLE CATEGORIE DI LAVORO OPERE DI SOVRASTRUTTURA
STRADALE PAVIMENTAZIONI DIVERSE

ART. 40	STRATI DI FONDAZIONE	213
40.1.	FONDAZIONI IN PIETrame	213
40.2.	FONDAZIONI IN TERRA STABILIZZATA ⁽³²⁶⁾ O MISTO GRANULARE ⁽³²⁷⁾	213
40.2.1.	Costituzione – Caratteristiche dei materiali	213
40.2.2.	Modalità di esecuzione	214
ART. 41	STRATI DI BASE	215
41.1.	STRATI DI BASE IN MASSICCIATA DI PIETRISCO	215
41.1.1.	Generalità	215
41.1.2.	Cilindratura	216
41.2.	STRATI DI BASE IN MISTO GRANULARE	217
41.3.	STRATI DI BASE IN MISTO CEMENTATO (GRAVE CEMENT)	217
41.3.1.	Costituzione – Caratteristiche delle miscele	217
41.3.2.	Preparazione e posa in opera	218
41.4.	STRATI DI BASE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO	219
41.4.1.	Costituzione – Caratteristiche dell’impasto	219
41.4.2.	Modalità di posa in opera	219
41.5.	STRATI DI BASE IN MISTO BITUMATO (BASE COURSE)	220
41.5.1.	Caratteristiche degli inerti	220
41.5.2.	Leganti – Caratteristiche della miscela	220
41.5.3.	Confezione e posa in opera	221
ART. 42	STRATI DI PAVIMENTAZIONE	222
42.0.	PREPARAZIONE DELLE CARREGGIATE	222
42.1.	TRATTAMENTI SUPERFICIALI ANCORATI ESEGUITI CON EMULSIONI BITUMINOSE (348)	222

42.2.	TRATTAMENTI SUPERFICIALI ANCORATI ESEGUITI CON UNA PRIMA MANO DI EMULSIONE BITUMINOSA A FREDDO E LA SECONDA CON BITUME A CALDO	223
42.2.1.	Trattamento con graniglia a secco	223
42.2.2.	Trattamento con graniglia oleata	223
42.3.	TRATTAMENTO SUPERFICIALE CON BITUME A CALDO	224
42.4.	STRATO DI COLLEGAMENTO IN CONGLOMERATO BITUMINOSO (BINDER COURSE)	224
42.4.0.	Generalità – Normativa di riferimento.....	224
42.4.1.	Caratteristiche degli inerti.....	224
42.4.2.	Leganti – Caratteristiche della miscela.....	225
42.4.3.	Identificazione	226
42.4.4.	Marcatura ed etichettatura CE.....	226
42.4.5.	Confezione e posa in opera	227
42.5.	STRATO DI USURA IN CONGLOMERATO BITUMINOSO (SURFACE COURSE).....	228
42.5.0.	Generalità – Normativa di riferimento.....	228
42.5.1.	Caratteristiche degli inerti.....	228
42.5.2.	Leganti – Caratteristiche della miscela.....	229
42.5.3.	Confezione e posa in opera	230
42.5.4.	Attivanti dell’adesione	230
42.5.5.	Strati a usura differenziata.....	230
ART. 43	PAVIMENTAZIONI A ELEMENTI.....	230
43.1.	PAVIMENTAZIONI IN MASSELLI DI PIETRA (LASTRICATI).....	230
43.1.1.	Costituzione e materiali.....	230
43.1.2.	Modalità di esecuzione.....	231
43.2.	PAVIMENTAZIONI IN BOLOGNINATO	231
43.3.	PAVIMENTAZIONI IN CUBETTI DI PIETRA	231
43.4.	PAVIMENTAZIONI IN ACCIOTTOLATI E SELCIATI	232
43.4.1.	Acciottolati	232
43.4.2.	Selciati	232
43.5.	PAVIMENTAZIONI IN MATTONELLE DI ASFALTO.....	232

ART. 44	PAVIMENTAZIONI DI MARCIAPIEDI – ORLATURE	232
44.1.	PAVIMENTAZIONI A ELEMENTI	232
44.1.1.	Pavimentazione in cubetti di pietra	232
44.1.3.	Pavimentazione in pietrini di cemento	233
44.2.	PAVIMENTAZIONI CONTINUE.....	233
44.2.1.	Pavimentazione in asfalto colato	233
44.2.2.	Pavimentazione in battuto di cemento.....	233
44.3.	ORLATURE (³⁶²)	233

CAPO 4 - NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

ART. 45	NORME GENERALI.....	235
45.1.	OBBLIGHI E ONERI COMPRESI E COMPENSATI CON I PREZZI DI APPALTO	235
45.2.	VALUTAZIONE E MISURAZIONE DEI LAVORI	235
45.3.	LAVORI INCOMPLETI	236
ART. 46	VALUTAZIONE DEI LAVORI IN ECONOMIA.....	236
46.1.	MANO D’OPERA – MERCEDI.....	236
46.2.	NOLI	236
46.3.	MATERIALI A PIÈ D’OPERA (³⁶⁵)	236
ART. 47	VALUTAZIONE DEI LAVORI A MISURA.....	236
47.1.	DEMOLIZIONI E RIMOZIONI.....	237
47.2.	SCAVI IN GENERE.....	237
47.2.1.	Oneri generali.....	237
47.2.2.	Scavi di sbancamento	238
47.2.3.	Scavi di fondazione	238
47.3.	RILEVATI E RINTERRI	239
47.4.	PALI DI FONDAZIONE.....	239
47.4.1.	Pali battuti o trivellati formati in opera.....	239

47.5.	MURATURE	240
47.5.0.	Norme generali	240
47.5.1.	Muratura a secco – Riempimenti di pietrame – Vespai	240
47.5.2.	Muratura mista di pietrame e mattoni	240
47.5.3.	Muratura in pietra da taglio	240
47.5.4.	Murature di mattoni ad una testa o in foglio	241
47.5.5.	Paramenti delle murature	241
47.6.	CALCESTRUZZI E CONGLOMERATI CEMENTIZI	241
47.7.	CASSEFORME – ARMATURE – CENTINATURE	241
47.7.1.	Casseforme e armature secondarie (381)	242
47.7.2.	Armature principali	242
47.8.	ACCIAIO PER STRUTTURE IN C.A. E C.A.P.	242
47.8.1.	Acciaio per strutture in cemento armato ordinario	242
47.8.2.	Acciaio per strutture in cemento armato precompresso	242
47.9.	Barriere di sicurezza e parapetti metallici	243
47.10.	RIVESTIMENTI	243
47.11.	OPERE IN MARMO, PIETRE NATURALI O ARTIFICIALI	243
47.12.	OPERE DA CARPENTIERE	243
47.13.	OPERE DA LATTONIERE – MANUFATTI TUBOLARI IN LAMIERA ZINCATA	243
47.14.	GABBIONATE	244
47,15.	TUBAZIONI	244
47.15.1.	Tubazioni metalliche	244
47.15.2.	Tubazioni in grès e in cemento	245
47.15.3.	Tubazioni in materie plastiche	245
47.16.	CANALETTE DI SCARICO PREFABBRICATE	246
47.17.	PROTEZIONE DELLE SCARPATE IN ROCCIA	246
47.18.	CONSOLIDAMENTI	247
47.18.1.	Consolidamento di scarpate con malta di cemento spruzzata	247

47.18.2.	Consolidamento di terreni mediante iniezioni di sostanze coesive	247
47.19.	SEMINAGIONI – PIANTAGIONI – VIMINATE	247
47.20.	CUNETTE E BANCHINE	247
47.21.	PAVIMENTAZIONI STRADALI	247
47.21.1.	Disfacimenti e ripristini di massicciate e pavimentazioni in genere	247
47.21.2.	Fondazioni in pietrame o in misto granulare	248
47.21.3.	Massicciate di pietrisco – Cilindratura	248
47.21.4.	Strati di base in misto cementato, misto bitumato o conglomerato cementizio	248
47.21.5.	Trattamenti superficiali – Manti in conglomerato bituminoso	248
47.21.6.	Pavimentazioni in cubetti e mattonelle – Lastricati – Selciati – Acciottolati	248
47.21.7.	Orlature in pietra naturale o artificiale	248
47.21.8.	Cordonate in conglomerato cementizio.....	249

**APPENDICE B - NORME IN GENERALE DI ESECUZIONE IMPIANTI VARI – ELETTRICI E DI PUBBLICA
ILLUMINAZIONE**

ART. 48	IMPIANTI	249
ART. 49	IMPIANTI ELETTRICI IN GENERALE	250
B1.0.	GENERALITÀ.....	250
B1.0.1.	Osservanza delle disposizioni e norme ufficiali – Norme CEI	250
B1.0.2.	Materiali e apparecchi.....	250
B1.0.3.	Campionatura.....	250
B1.0.4.	Verifica provvisoria e consegna degli impianti.....	251
B1.0.5.	Collaudo definitivo degli impianti	251
B1.0.6.	Garanzia degli impianti.....	251
ART. 50	IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE – REQUISITI ELETTRICI	252
B2.0.	GENERALITÀ E DEFINIZIONI	252
B2.0.1.	Generalità	252
B2.0.2.	Definizioni.....	252

B2..0.3.	Circuito di alimentazione.....	252
B2.1.	Caratteristiche elettriche e misure di sicurezza e protezione.....	252
B2.1.1.	Resistenza di isolamento verso terra	252
B2.1.2.	Sezionamento e interruzione	253
B2.1.3.	Protezione contro i contatti indiretti	253
B2.1.4.	Protezione contro i contatti diretti	253
B2.1.5.	Caduta di tensione nel circuito di alimentazione	253
B2.1.6.	Protezione contro le correnti di cortocircuito.....	253
B2.1.7.	Protezione contro i sovraccarichi	253
B2.1.8.	Protezione contro i contatti indiretti in impianti di Gruppo B ⁽²⁷⁾	254
B2.2.	MATERIALI E APPARECCHI.....	254
B2.2.0.	Generalità	254
B2.2.1.	Dispensori di terra.....	254
B2.3.	CONDUTTURE	254
B2.3.0.	Sezione minime dei cavi	254
B2.3.1.	Portata di corrente	255
B2.3.2.	Sezione minime dei conduttori di terra e di protezione	255
B2.3.3.	Identificazione delle anime dei cavi	255
B2.4.	DISTANZIAMENTO E ALTEZZE MINIME.....	255
B2.4.0.	Distanziamento dai limiti della carreggiata e della sede stradale.....	255
B2.4.1.	Altezze minime sulla carreggiata.....	255
B2.4.2.	Distanze dai conduttori di linee elettriche esterne ⁽³⁰⁾	255
B2.5.	CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI SOSTEGNI	256
B2.6.	MISURE E PROVE	256
B2.6.0.	Misura della resistenza di isolamento.....	256
B2.6.1.	Misura della caduta di tensione su linea di alimentazione di impianti in derivazione indipendenti 256	
B2.6.2.	Misura della resistenza dell'impianto di terra.....	256

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

PARTE SECONDA

SPECIFICAZIONE DELLE PRESCRIZIONI TECNICHE

CAPO 1 - QUALITÀ, PROVENIENZA E NORME DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI, DEI MANUFATTI E DELLE FORNITURE IN GENERE

Art. 1 CARATTERISTICHE GENERALI – SCORPORI

Art. 1.1 CONDIZIONI DI ACCETTAZIONE

Art. 1.1.0 Generalità

I materiali, i manufatti e le forniture in genere da impiegare nelle opere da eseguire dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio, possedere i requisiti stabiliti dalle leggi e dai regolamenti vigenti in materia ed inoltre corrispondere alle specifiche norme indicate nel presente Capitolato o negli altri atti contrattuali. Essi inoltre, se non diversamente prescritto o consentito, dovranno rispondere alle specificazioni tecniche dei relativi Enti di unificazione e normazione (UNI, EN, ISO, CEI, ecc.) con la notazione che, ove il richiamo del presente testo fosse indirizzato a norme ritirate o sostituite, la relativa valenza dovrà ritenersi rispettivamente prorogata (salvo diversa specifica) o riferita alla norma sostitutiva. Si richiamano peraltro, espressamente, le prescrizioni degli artt. 15, 16 e 17 del Capitolato Generale d'Appalto.

Potranno essere impiegati materiali e prodotti conformi ad una *norma armonizzata* o ad un *benestare tecnico europeo* come definiti dalla Direttiva 89/106/CEE, ovvero conformi a specifiche nazionali dei Paesi della Comunità Europea, qualora dette specifiche garantiscano un livello di sicurezza equivalente e tale da soddisfare i *requisiti essenziali* allegati alla citata direttiva⁽⁶²⁾. Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei lavori, ne siano riconosciute l'idoneità e la corrispondenza ai requisiti prescritti⁽⁶³⁾.

L'Appaltatore è obbligato a prestarsi, in qualsiasi momento, ad eseguire o a far eseguire presso il laboratorio di cantiere, presso gli stabilimenti di produzione o presso gli Istituti autorizzati, tutte le prove prescritte dal presente Capitolato o dalla Direzione sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti, sia prefabbricati che formati in opera, e sulle forniture in genere. Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme UNI, UNI EN, ecc., verrà effettuato in contraddittorio e sarà appositamente verbalizzato.

L'Appaltatore farà sì che tutti i materiali abbiano ad avere, durante il corso dei lavori, le medesime caratteristiche riconosciute ed accettate dalla Direzione. Pertanto, qualora in corso di coltivazione di cave o di esercizio di fabbriche, stabilimenti, ecc. i materiali e le forniture non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti, ovvero venissero a mancare e si presentasse quindi la necessità di cambiamenti nell'approvvigionamento, nessuna

⁽⁶²⁾ I prodotti possono essere accettati solo se idonei all'impiego previsto. Sono tali i prodotti che rendono le opere nelle quali devono essere incorporati o installati conformi ai requisiti essenziali di cui all'Allegato "A" del D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246 (v. tab. a fianco), se e per quanto tali requisiti sono prescritti. La conformità a tali requisiti sarà attestata mediante "*certificazione*" o "*dichiarazione*" secondo l'art. 7 del D.P.R. citato. I prodotti che recano la marcatura CE si presumono idonei all'impiego previsto. I prodotti che non hanno una diretta incidenza sulla salute e sulla sicurezza (prodotti marginali di cui all'art. 13 del D.P.R.) non devono recare il marchio CE.

⁽⁶³⁾ Qualora gli atti contrattuali prevedano il luogo di provenienza dei materiali, la Direzione Lavori, ove ricorrano ragioni di necessità o convenienza, potrà sempre prescrivere uno diverso; in questo caso, se il cambiamento importerà una differenza in più o in meno del quinto del prezzo contrattuale del materiale, si farà luogo alla determinazione di un sovrapprezzo ai sensi degli artt. 136 e 137 del Regolamento. Si richiama in ogni caso il comma 3 dell'art. 17 del Capitolato Generale d'Appalto.

eccezione potrà accampare l'Appaltatore, né alcuna variazione di prezzi, fermi restando gli obblighi di cui al primo capoverso.

Le provviste non accettate dalla Direzione dei lavori, in quanto ad insindacabile giudizio non riconosciute idonee, dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere, a cura e spese dell'Appaltatore, e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti. Lo stesso resta comunque totalmente responsabile in rapporto ai materiali forniti la cui accettazione, in ogni caso, non pregiudica i diritti che l'Amministrazione si riserva in sede di collaudo finale.

1.1.1. Marchio CE

Nel caso in cui i materiali da costruzione debbano garantire il rispetto di uno o più *requisiti essenziali* di cui all'allegato A del D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246, gli stessi dovranno essere dotati di marcatura **CE**. Tale marcatura (art. 3, D.P.R.) sarà indice di:

- conformità alle norme nazionali che recepiscono *norme armonizzate* (i cui estremi sono riportati nella GUCE e nella GURI)⁽⁶⁴⁾;
- conformità, nel caso non esistano norme armonizzate, alle norme nazionali riconosciute dalla Commissione a beneficiare della presunzione di conformità;
- conformità al "*Benestare tecnico europeo*" di cui all'art. 5 del citato D.P.R.

L'*attestato di conformità* CE rilasciato da parte di un organismo riconosciuto o la *dichiarazione di conformità* rilasciata dal fabbricante o da un suo mandatario in rapporto alle procedure previste dall'art. 7 del D.P.R. n. 246/93, dovrà contenere gli elementi informativi particolarmente elencati all'art. 10 dello stesso decreto.

1.1.2. Materiali e prodotti per uso strutturale

I materiali ed i prodotti per uso strutturale dovranno rispondere ai requisiti indicati al Paragrafo II delle "*Norme Tecniche per le Costruzioni*" approvate con D.M. 14 settembre 2005. In particolare dovranno essere:

- identificati mediante la descrizione, a cura del fabbricante, del materiale stesso e dei suoi componenti elementari;
- certificati mediante la documentazione di attestazione che preveda prove sperimentali per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche, effettuate da un ente terzo indipendente⁽⁶⁵⁾ ovvero, ove previsto, autocertificate dal produttore secondo procedure stabilite dalle specifiche tecniche europee richiamate nelle superiori "*Norme Tecniche*";
- accettati dal Direttore dei lavori mediante controllo delle certificazioni di cui in precedenza e mediante le prove sperimentali di accettazione previste nelle stesse norme per misurarne le caratteristiche di cui sopra.

REQUISITI ESSENZIALI	
1	Resistenza meccanica e stabilità
2	Sicurezza in caso di incendio
3	Igiene, salute e ambiente

Nei casi in cui per i materiali e prodotti per uso strutturale è prevista la marcatura CE ai sensi del D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246 (modificato con D.P.R. 10 dicembre 1997, n. 499), ovvero la qualificazione secondo le superiori norme tecniche, la relativa "*attestazione di conformità*" dovrà essere consegnata alla Direzione Lavori. Negli altri casi, l'idoneità sarà accertata attraverso le procedure stabilite dal Servizio Tecnico Centrale che dovranno essere almeno equivalenti a quelle delle corrispondenti norme europee armonizzate ovvero a quelle previste dalle superiori norme.

1.1.3. Materiali e prodotti pericolosi

Ai sensi del D.Lgs. 2 febbraio 2002, n. 25, che richiama il precedente D.Lgs. 3 febbraio 1997, n. 52, e s.m.i. sulla salute e sicurezza dei lavoratori, i materiali ed i prodotti pericolosi (pitture, vernici, impregnanti, malte particolari, ecc.) dovranno essere corredati, da parte del produttore, di apposita "*Scheda informativa di sicurezza*".

⁽⁶⁴⁾ Le norme nazionali che recepiscono norme armonizzate diventano cogenti a seguito di pubblicazione del relativo numero sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, a norma del comma 4, art. 6, del D.P.R. n. 246/93, e dalla data stabilita in detta Gazzetta in rapporto al periodo di coesistenza con eventuale analogia normativa nazionale.

⁽⁶⁵⁾ Tutte le prove mirate a definire le caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche dei materiali devono essere eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 ovvero sotto il loro diretto controllo, sia per ciò che riguarda le prove di certificazione o qualificazione, sia quelle di accettazione.

Art. 2 MATERIALI NATURALI, DI CAVA E ARTIFICIALI

2.1. ACQUA

Dovrà essere dolce, limpida, scevra di materie terrose od organiche e non aggressiva. Avrà un pH compreso tra 6 e 8 ed una torbidità non superiore al 2%. Per gli impasti cementizi non dovrà presentare tracce di sali in percentuali dannose ed in particolare: cloruri (Cl⁻) in concentrazione superiore a 500 mg/l per cementi armati precompressi e malte di iniezione, a 1000 mg/l per cementi armati ordinari ed a 4500 mg/l per cementi non armati; solfati (SO₄²⁻) in percentuali superiori a 2000 mg/l (prove 6.1.3. UNI EN 1008). Il contenuto di sodio equivalente dovrà essere ≤ 1500 mg/l e la concentrazione di sostanze chimiche (zucchero, fosfati, nitrati, piombo) conforme al Prospetto 3 della norma citata. Infine il tempo di presa dei provini dovrà essere conforme a quanto previsto al punto 4.4 della norma.

È vietato l'impiego di acqua di mare, salvo esplicita autorizzazione (nel caso, con gli opportuni accorgimenti per i calcoli di stabilità). Tale divieto rimane tassativo ed assoluto per i calcestruzzi armati ed in genere per tutte le strutture inglobanti materiali metallici soggetti a corrosione. Di contro l'impiego di acqua potabile non sarà soggetto ad alcuna analisi preventiva.

2.2. AGGREGATI PER MALTA

2.2.0. Generalità

Saranno ritenuti idonei alla produzione di malte gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali o artificiali (con esclusione, se non diversamente consentito, di materiali provenienti da processi di riciclo), conformi alla parte armonizzata della norma europea UNI EN 13139 (Aggregati per malta).

Gli aggregati dovranno essere assolutamente scevri di materie terrose ed organiche (v. punto 7.4 della norma), essere preferibilmente di qualità silicea (in subordine quarzosa, granitica o calcarea), di grana omogenea, stridenti al tatto e dovranno provenire, se naturali, da rocce aventi alta resistenza alla compressione. Ove necessario saranno lavati con acqua dolce per l'eliminazione delle eventuali materie nocive.

2.2.1. Termini e definizioni

Ai fini della norma superiormente riportata, si applicano i termini e le definizioni seguenti:

- *Dimensione dell'aggregato*: descrizione dell'aggregato come dimensioni dello staccio inferiore (*d*) e superiore (*D*)⁽⁶⁶⁾.
- *Aggregato grosso*: aggregato la cui dimensione superiore *D* ≥ 4 mm e la cui dimensione inferiore *d* ≥ 2 mm.
- *Aggregato fine*: aggregato la cui dimensione superiore *D* ≥ 4 mm.
- *Fini*: frazione granulometrica di aggregato passante allo staccio di 0,063 mm.
- *Filler*: aggregato, in maggior parte passante allo staccio di 0,063 mm, aggiungibile ai materiali da costruzione per conferire determinate proprietà.

2.2.2. Granulometria

La granulometria degli aggregati, da determinarsi in conformità della UNI EN 933-1, dovrà soddisfare i requisiti di cui al punto 5 della norma della quale si riportano, nella Tab. 4, i limiti di sopra e sottovaglio.

Gli aggregati per malte da muratura (sabbie) saranno in genere costituiti da grani di dimensioni tali da passare attraverso lo staccio 2 UNI EN 933-

TAB. 4 - Aggregati per malte. Limiti di sopravaglio e sottovaglio

DIMENSIONI AGGREGATO	Limiti per la percentuale in massa del passante				
	Sopravaglio			Sottovaglio	
	2 <i>D</i>	1,4 <i>D</i>	<i>D</i>	<i>d</i>	0,5 <i>d</i>
0/1	100	da 95 a 100	da 85 a 99	-	-
0/2	100	da 95 a 100	da 85 a 99	-	-
0/4	100	da 95 a 100	da 85 a 99	-	-
0/8	100	da 98 a 100	da 90 a 99	-	-
2/4	100	da 95 a 100	da 85 a 99	da 0 a 20	da 0 a 5
2/8	100	da 98 a 100	da 85 a 99	da 0 a 20	da 0 a 5

⁽⁶⁶⁾ Tutti gli aggregati devono essere descritti in termini di dimensioni tramite la designazione *d/D*, eccetto i filler che saranno descritti come tali. La coppia di stacci di dimensione nominale inferiore *d* e superiore *D*, in mm, costituisce i limiti entro cui si situa la maggior parte della distribuzione granulometrica dell'aggregato (esempi di dimensioni preferenziali: 0/1 mm, 0/2 mm, 0/4 mm, 0/8 mm, 2/4 mm, 2/8 mm).

2; quelli per intonaci, stuccature, murature da paramento ed in pietra da taglio da grani passanti allo staccio 0,5 UNI EN 933-2.

Il contenuto dei fini, da determinarsi in conformità della UNI EN 933-1, non dovrà superare i limiti del Prospetto 4 della norma ⁽⁶⁷⁾. La granulometria dei filler, da determinarsi in conformità della UNI-EN 933-10, dovrà soddisfare i limiti specificati nel Prospetto 3 della norma, parzialmente riportato nella Tab. 5.

TAB. 5 - Filler. Requisiti granulometrici

DIMENSIONI STACCIO mm	Percentuale passante in massa
	Limiti per risultati singoli
2	100
0,125	da 85 a 100
0,063	da 70 a 100

2.2.3. Requisiti fisici e chimici

I requisiti fisici e chimici degli aggregati saranno conformi alle prescrizioni di progetto e verranno stabiliti con le modalità di cui ai punti 6 e 7 della norma. In particolare: il contenuto di ioni cloro idrosolubile non dovrà superare lo 0,15% (v. Appendice D) per la malta non armata e lo 0,06% per le malte contenenti elementi metallici (v. UNI EN 206-1, UNI EN 998-2, UNI EN 1744-1); il contenuto di zolfo totale dell'aggregato e dei filler, determinato in conformità della UNI EN 1744-1, non dovrà superare l'1%S in massa per aggregati naturali ed il 2%S in massa per scorie d'alto forno raffreddate in aria. Per quanto riguarda la durabilità e la reattività alcali-silice degli aggregati si rimanda al punto 7.6 ed all'Appendice D della norma.

2.2.4. Designazione e descrizione

Gli aggregati per malta ed i filler devono essere designati come di seguito: a) provenienza (nome della cava e del punto di estrazione); b) tipo di aggregato (indicazione petrografica o nome commerciale); c) numero della norma; d) dimensione nominale.

Caratteristiche armonizzate (secondo appendice ZA) AGGREGATI		Dichiarazione
Forma, dimensione e massa volumica dei granuli	Dimensione dell'aggregato	SI
	Granulometria	SI
	Forma dei granuli	SI/NPD
	Massa volumica dei granuli	SI
Pulizia	Contenuto in conchiglie	SI/NPD
	Fini	SI
	Cloruri	SI
Composizione e contenuto	Solfato solubile in acido	SI
	Zolfo totale	SI
	Costituenti che alterano la velocità di presa e di indurimento della malta	SI
	Materiale idrosolubile	SI
Stabilità di volume (applicabile solo per aggregati industriali)		
Assorbimento di acqua	Assorbimento di acqua	SI
Sostanze pericolose: Emissione di radioattività (per aggregati derivanti da fonti radioattive destinati a calcestruzzo per edifici) Rilascio di metalli pesanti Rilascio di carbonio poliaromatico Rilascio di altre sostanze pericolose	Conoscenza delle materie prime Gestione della produzione	(1)
Durabilità al gelo/disgelo	Resistenza al gelo/disgelo	SI/NPD
Durabilità alla reazione alcali-silice	Reattività alcali-silice	SI

TAB. 6 a - Aggregati per malta UNI EN 13139. Aggregati. Caratteristiche armonizzate (D.M. 11/04/2007, All. 3)

TAB. 6 b - Aggregati per malta UNI EN 13139. Filler. Caratteristiche armonizzate (D.M. 11/04/2007, All. 3)

Caratteristiche armonizzate (secondo appendice ZA) FILLER		Dichiarazione
Forma, dimensione e massa volumica dei granuli	Dimensione dell'aggregato	SI
	Granulometria	SI
	Forma dei granuli	SI/NPD
	Massa volumica dei granuli	SI
Composizione e contenuto	Cloruri	SI
	Solfato solubile in acido	SI
	Zolfo totale	SI
	Costituenti che alterano la velocità di presa e di indurimento della malta	SI
Pulizia	Contenuto in conchiglie	SI/NPD
	Fini	SI/NPD
	Perdita al fuoco (solo per ceneri) (applicabile solo ad aggregati industriali)	Perdita al fuoco
Assorbimento di acqua	Assorbimento di acqua	SI
Rilascio di altre sostanze pericolose	Conoscenza delle materie prime Gestione della produzione	(68)
Durabilità al gelo/disgelo	Resistenza al gelo/disgelo	SI/NPD

2.2.5. Marcatura ed etichettatura – Marcatura CE

Ogni consegna di aggregati dovrà essere accompagnata da una bolla numerata, emessa da o per conto del produttore, nella quale sia dichiarato: a) provenienza; b) regione/luogo di produzione; c) data di consegna; designazione; e) se richiesto, massa volumica dei granuli e contenuto massimo di cloruro; marcatura CE se necessario.

⁽⁶⁷⁾ Categoria 1: 3% (Malte per sottofondi di pavimenti, proiettate, per riparazioni, per iniezioni) – Ogni tipo di aggregato.

2 5% (Malte per intonaci interni ed esterni) – Ogni tipo di aggregato.

3 8% (Malte da muratura) – Ogni tipo di aggregato eccetto le rocce frantumate.

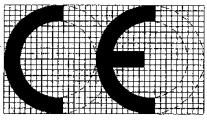
4 30% (Malte da muratura) – Si applica alle rocce frantumate - 11% per le frazioni granulometriche 0/8 e 2/8.

⁽⁶⁸⁾ Per questa caratteristica, le disposizioni della Direttiva 89/106/CE si ritengono soddisfatte dal rispetto della vigente normativa italiana oppure comunitaria applicabile.

Il simbolo di marcatura CE, deve figurare sull'etichetta o sulla confezione o sui documenti di accompagnamento (es. bolla di consegna) e deve essere accompagnato dalle seguenti informazioni:

- numero di identificazione dell'ente di certificazione (solo per i prodotti sotto il sistema 2+);
- nome o marchio identificativo e indirizzo registrato del produttore;
- ultime due cifre dell'anno di affissione della marcatura CE; numero del certificato del controllo di produzione di fabbrica (solo per i prodotti sotto sistema 2+); riferimento alla UNI EN 13139;
- descrizione ed impiego previsto del prodotto;
- informazioni sulle caratteristiche essenziali, elencate nel prospetto ZA.1a o nel prospetto ZA.1b ⁽⁶⁹⁾.

TAB. 6 c - Marcatura CE per aggregati per malte sotto il sistema 2+. Esempio di informazioni

 01234 (1) Any Co Ltd, PO Box 21, B-1050 (2) 02 (3) 0123-CPD-0456 (4) EN 13139 Aggregati per malte	Forma dei granuli Valore dichiarato (F1)	Stabilità di volume Limite di soglia passa/non passa (% WS)
	Dimensione dei granuli Classificazione (d/D)	Assorbimento di acqua Valore dichiarato (WA)
	Massa volumica dei granuli Valore dichiarato (Mg/m ³)	Emissione di radioattività Valori dichiarati come richiesto
	Pulizia <ul style="list-style-type: none"> Contenuto in conchiglie Valore dichiarato (SC) Qualità dei fini Limite di soglia passa/non passa e Categoria (% MS, SE) 	Rilascio di metalli pesanti Limiti di soglia validi sul posto d'impiego Rilascio di carbonio poliaromatico
	Composizione/contenuto <ul style="list-style-type: none"> Cloruri Valore dichiarato (% C) Solfati solubili in acido Categoria (per esempio AS₂) Zolfo totale Limite di soglia passa/non passa (% S) 	Rilascio di altre sostanze pericolose per esempio Sostanza X: 0,2 µm ³ Durabilità al gelo-disgelo Valore dichiarato (Foppure MS)
(1) Numero di identificazione dell'ente di ispezione (2) Nome o marchio identificativo ed indirizzo del produttore (3) Ultime due cifre dell'anno in cui è stata applicata la marcatura (4) Numero del certificato CE	Costituenti che alterano la velocità di presa e di indurimento della malta Limite di soglia passa/non passa (tempo di presa in minuti e resistenza a compressione S%)	Durabilità alla reattività alcali-silice Valore dichiarato come richiesto

2.2.6. Sistema di attestazione di conformità

I sistemi di attestazione di conformità per gli aggregati e filler per malte saranno, conformemente ai prospetti ZA 2A e ZA 2b della norma UNI EN 13139, del tipo "2+" per materiali ove siano richiesti alti requisiti di sicurezza e del tipo "4" ove tali requisiti non siano richiesti.

2.3. AGGREGATI PER CALCESTRUZZO

2.3.0. Generalità

Saranno ritenuti idonei alla produzione di conglomerato cementizio gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali o artificiali (con esclusione, ove non diversamente consentito, di materiali provenienti da processi di riciclo) rispondenti alle prescrizioni di cui al paragrafo 11.1.9.2 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" e conformi alla parte armonizzata della norma europea UNI EN 12620 (Aggregati per calcestruzzo) ⁽⁷⁰⁾.

I materiali naturali dovranno essere costituiti da elementi omogenei, provenienti da rocce compatte, resistenti, non gessose o marnose, né gelive. Tra le ghiaie si escluderanno quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica, sfaldati o sfaldabili e quelle rivestite da incrostazioni.

I pietrischi e le graniglie dovranno provenire dalla frantumazione di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o di calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto, all'abrasione ed al gelo. Saranno a spigolo vivo, scevri di materie terrose, sabbia e comunque materie eterogenee ed organiche.

La granulometria degli aggregati sarà in genere indicata dal progetto o dalla Direzione dei lavori in base alla resistenza, alla destinazione dei getti ed alle modalità di posa in opera dei calcestruzzi. In ogni caso la dimensione massima degli elementi, per le strutture armate, non dovrà superare il 60% dell'interferro e, per le strutture in

⁶⁹ Valori dichiarati e, se pertinente, livello o classe/categoria (inclusa l'indicazione "passa" in base ai requisiti di "passa/non passa", se necessario) da dichiarare per ciascuna caratteristica essenziale come indicato nelle note dei prospetti ZA.1a e ZA.1b.

- "Nessuna prestazione determinata" per caratteristiche ove ciò non sia rilevante.

• L'opzione "Nessuna prestazione determinata" (NPD) non può essere utilizzata nel caso in cui la caratteristica sia soggetta ad un limite di soglia, altrimenti può essere impiegata quando e dove la caratteristica, per una determinata destinazione d'uso prevista, non è soggetta a requisiti regolamentari.

⁽⁷⁰⁾ Per gli aggregati leggeri per malte e calcestruzzi sarà fatto riferimento alle norme UNI EN 13055.

generale, il 25% della minima dimensione strutturale. È prescritto inoltre che per getti di fondazione o di forte spessore gli elementi di dimensione massima risultino passanti allo staccio con maglie di 63 mm. Sarà assolutamente vietato l'impiego di sabbia marina.

2.3.1. Granulometria

La granulometria dell'aggregato, determinata in conformità alla UNI EN 933-1, dovrà soddisfare i requisiti di cui al punto 4.3 della UNI EN 12620 della quale si riporta, in parte ⁽⁷¹⁾, il Prospetto 2. Le dimensioni di un aggregato ⁽⁷²⁾ sono specificate da una coppia di stacci di cui al Prospetto 1 della norma scelti tra le tre serie previste (e separate), con la notazione che tali dimensioni devono avere $D/d \geq 1.4$.

2.3.2. Forma dell'aggregato (a.g.)

La forma dell'aggregato grosso sarà determinata in termini di *indice di appiattimento* (come specificato dalla UNI EN 933-3) e di *indice di forma* (come specificato dalla UNI EN 934-4) e riferite alle rispettive categorie "FI" e "SI" di cui ai Prospetti 8 e 9 della UNI EN 12620.

TAB. 7 - Requisiti generali di granulometria secondo UNI EN 12620

AGGREGATO	DIMENSIONE	Percentuale passante in massa					Categoria G'
		2 D	1,4 D	D	d	d/2	
Grosso	$D/D \leq 2$ o $D \leq 11,2$ mm	100 100	da 98 a 100 da 98 a 100	da 85 a 99 da 80 a 99	da 0 a 20 da 0 a 20	da 0 a 5 da 0 a 5	G _C 85/20 G _C 80/20
	$D/D \geq 2$ o $D \geq 11,2$ mm	100	da 98 a 100	da 90 a 99	da 0 a 15	da 0 a 5	G _C 90/15
Fine	$D \leq 4$ mm e $d=0$	100	da 95 a 100	da 85 a 99			G _F 85
Naturale 0/8	$D = 8$ mm e $d=0$	100	da 98 a 100	da 90 a 99			G _{N4} 90
Misto	$D \leq 45$ mm e $d=0$	100 100	da 98 a 100 da 98 a 100	da 90 a 99 da 85 a 99			G _A 90 G _A 85

2.3.3. Resistenza alla frantumazione (a.g.)

La resistenza alla frantumazione dell'aggregato grosso sarà specificata con riferimento al coefficiente "Los Angeles" (categoria "LA") ed al valore d'urto (categoria "SZ") di cui ai Prospetti 12 e 13 della norma superiormente citata, con metodo di prova secondo UNI EN 1097-2.

2.3.4. Resistenza all'usura (a.g.)

Ove richiesta, la resistenza all'usura dell'aggregato grosso (coefficiente micro-Deval MDE) sarà determinata in conformità alla UNI EN 1097-1 e specificata con riferimento al Prospetto 14 della UNI EN 12620.

2.3.5. Resistenza alla levigabilità e all'abrasione (a.g.)

Ove richiesta (per calcestruzzi destinati a strati di usura nelle pavimentazioni stradali), la resistenza alla levigabilità (valore di levigabilità "VL") ed all'abrasione (valore dell'abrasione "AAV") dell'aggregato grosso sarà determinata secondo UNI EN 1097-8 e riferita ai Prospetti 15 e 16 della UNI EN 12620.

⁽⁷¹⁾ Il Prospetto 2 della UNI EN 12620 va letto unitamente alle ulteriori notazioni riportate nello stesso prospetto ed al punto 4.3 della norma.

⁽⁷²⁾ La *Designazione granulometrica* o *classe* di un aggregato, fine (a.f.) o grosso (a.g.) che sia (con esclusione del filler), viene individuata dal rapporto di due numeri d/D di cui uno minore "d" ed uno maggiore "D" corrispondenti alle dimensioni dei vagli estremi che interessano l'aggregato. Essi verificano la condizione, superiormente riportata, che D/d deve essere non inferiore a 1,4.

2.3.6. Riferimento a norme UNI

Al fine di individuare i limiti di accettazione delle caratteristiche tecniche degli aggregati, utile riferimento potrà comunque essere fatto anche alle norme sotto riportate delle quali, nella Tab. 8, si riporta una sintesi ⁽⁷³⁾ ⁽⁷⁴⁾.

UNI 8520-1 - Aggregati per confezione di calcestruzzi. Definizioni, classificazione e caratteristiche.

UNI 8520-2 - Idem. Limiti di accettazione.

TAB. 8 - Aggregati per confezione di calcestruzzi. Requisiti e limiti di accettazione secondo UNI 8520-2

Caratteristica	CATEGORIA		Metodo di prova UNI 8520	Caratteristica	CATEGORIA		Metodo di prova UNI 8520
	A	B			A	B	
	Valori limite				Valori limite		
Esame petrografico	Assenza di gesso, anidride, silice amorfa. Miche e scisti xillini come minerali accessori $\leq 1\%$	Accettata silice amorfa solo come impurità. Miche e scisti xillini come minerali accessori $\leq 2\%$	Parte 4 ^a	Resistenza a compressione	$R \geq 100 \text{ N/mm}^2$	$R \geq 80 \text{ N/mm}^2$	Parte 17 ^a
Contenuto di solfati		$\text{SO}_3 \leq 0,20\%$	Parte 11 ^a	Coefficienti di forma e di appiattimento	$C_1 \geq 0,15 (D_{\text{max}} = 32 \text{ mm})$ $C_2 \geq 0,12 (D_{\text{max}} = 64 \text{ mm})$	–	Parte 18 ^a
Contenuto di cloruri solubili	$\text{Cl}^- \leq 0,05\%$	$\text{Cl}^- \leq 0,10\%$	Parte 12 ^a	Perdita di massa per urto e rotolamento	$LA \leq 30\%$ coefficiente di abrasione "Los Angeles".	$LA \leq 40\%$	Parte 19 ^a
Massa volumica e assorbimento superficiale	$MV \geq 2400 \text{ kg/m}^3$ Ass. $\leq 5\%$ per calcestruzzi impermeabili	$MV \geq 2200 \text{ kg/m}^3$ Ass. $\leq 10\%$	Parte 13 ^a e 16 ^a	Resistenza ai cicli di gelo e disgelo	$\Delta LA \leq 4\%$ dopo 20 cicli.	–	Parte 20 ^a
Equivalente in sabbia e valore di blu	$ES \geq 80$ $VB \leq 0,6 \text{ cm}^3/\text{g}$ di fini	$70 \leq ES \leq 80$ $VB \leq 1,0 \text{ cm}^3/\text{g}$ di fini.	Parte 15 ^a	Potenziiale reattività in presenza di alcali	Espansione dei prismi di malta $\leq 0,08\%$ a 3 mesi $\leq 0,10\%$ a 6 mesi		Parte 22 ^a

2.3.7. Designazione, marcatura ed etichettatura

Per quanto riguarda la designazione, gli aggregati dovranno essere indicati come di seguito:

- Origine, produttore ed eventuale deposito;
- Tipo (v. UNI EN 932-3) e dimensione dell'aggregato.

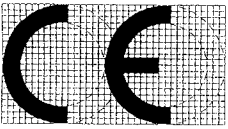
Per quanto riguarda la marcatura e l'etichettatura, la bolla di consegna dovrà contenere le seguenti informazioni:

- Designazione e data di spedizione;
- Numero di serie della bolla e il riferimento alla norma UNI EN 12620.

2.3.8. Marcatura ed etichettatura CE

Per la marcatura CE e l'etichettatura v. quanto riportato nell'Appendice ZA.3 della norma UNI EN 12620. Il simbolo di marcatura CE dovrà figurare sull'etichetta o sulla confezione o sui documenti di accompagnamento (es. bolla di consegna) e dovrà essere accompagnato da informazioni del tipo di quelle riportate al precedente punto 4.2.2.6 (v. Tab. 9 c).

TAB. 9 c - Marcatura CE per aggregati per calcestruzzi sotto il sistema 2+. Esempio di informazioni

 01234 (1) Any Co Ltd, PO Box 21, B-1050 (2) 02 (3) 0123-CPD-0456 (4) FN 12620 Aggregati per calcestruzzo	Forma dei granuli	Valore dichiarato	(F_1)	Contenuto di carbonato	Valore dichiarato	(% CO_2)
	Granulometria	Designazione	(dD)	Stabilità di volume		
	Massa volumica dei granuli	Valore dichiarato	(Mg/m^3)	Ritiro per essiccamento	Passa/non passa rispetto al valore di soglia	(% W/S)
	Pulizia	Qualità delle polveri	Passa/non passa rispetto al valore di soglia	(%)	Assorbimento di acqua	Valore dichiarato
	Contenuto di conchiglie	Categoria	(per esempio SC_{13})	Emissione di radioattività	Valori dichiarati come richiesto	
	Resistenza alla frammentazione/irrammentazione	Categoria	(LA_{10})	Rilascio di metalli pesanti	Valori di soglia validi sul posto di impiego	
	Resistenza alla levigabilità	Categoria	(PSV_{10})	Rilascio di idrocarburi poliaromatici		
	Resistenza all'abrasione	Categoria	($AAV_{10}, A_{1,30}$)	Rilascio di altre sostanze pericolose	per esempio Sostanza X: $0,2 \mu\text{m}^2$	
	Resistenza all'usura	Categoria	($M_{10}, 20$)	Durabilità al gelo/disgelo	Valore dichiarato	($F_0 MS$)
	Composizione/contenuto	Valore dichiarato	(% C)	Durabilità alla reazione alcali-silice	Valore dichiarato come richiesto	
	Cloruri	Categoria	(per esempio $AS_{0,2}$)			
	Solfati solubili in acido	Passa/non passa rispetto al valore di soglia	(% S)			
	Zolfo totale	Passa/non passa rispetto al valore di soglia	(% S)			
	Costituenti che alterano la velocità di presa e di indurimento del calcestruzzo	Passa/non passa rispetto al valore di soglia	(Tempo di presa in minuti e resistenza a compressione $S\%$)			

⁽⁷³⁾ Le UNI 8520 individuano tre categorie di qualità degli aggregati per calcestruzzi (A, B, C) di cui la prima (A) per calcestruzzi di classe non inferiore a 30 N/mm^2 , la seconda (B) per calcestruzzi di classe fino a 30 N/mm^2 e la terza (C) per calcestruzzi di classe non superiore a 15 N/mm^2 .

⁽⁷⁴⁾ V. il punto 4.3 della UNI 11104.

2.3.9. Sistema di attestazione

Il sistema di attestazione degli aggregati, ai sensi del D.P.R. n. 246/93, seguirà le indicazioni riportate nella seguente tabella:

TAB. 10 - Aggregati per calcestruzzi. Sistema di attestazione della conformità

Specifica Tecnica Europea di riferimento	Uso Previsto	Sistema di Attestazione della Conformità (79)
Aggregati per calcestruzzo UNI EN 12620-13055	Calcestruzzo strutturale	2+
	Uso non strutturale	4

2.4. AGGREGATI PER SOVRASTRUTTURE STRADALI – GENERALITÀ

Quando per gli strati di fondazione o di base della sovrastruttura stradale sia disposto di impiegare detriti di cava o di frantoio o altro materiale, questo dovrà essere in ogni caso non suscettibile all'azione dell'acqua (non solubile, né plasticizzabile), nonché privo di radici e di sostanze organiche.

La granulometria del materiale, qualora diversa dalle prescrizioni del presente Capitolo, sarà indicata dalla Direzione dei lavori o dall'Elenco. Il limite liquido (LL) del materiale (Atterberg), per la frazione con $D_{max} \geq 4$ mm, dovrà essere comunque non maggiore di 25 e l'indice di plasticità (IP) di 6 ($4 \div 9$ per gli strati di base). L'indice C.B.R. dovrà avere un valore non minore di 50. Per l'accettazione del materiale dovrà farsi riferimento ai "Criteri e requisiti di accettazione degli aggregati impiegati nelle sovrastrutture stradali" di cui alle Norme C.N.R. 139/1992 ed in ogni caso, specie per le prescrizioni più ristrettive, alle seguenti norme di unificazione.

UNI EN 13242 - Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade.

UNI EN 13285 - Miscele non legate. Specifiche.

UNI EN 13043 - Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico.

2.5. Aggregati per sovrastruttura stradali – aggregati per materiali non legati o legati con leganti idraulici (uni en 13042)

2.5.1. Granulometria

Tutti gli aggregati dovranno essere descritti in termini di dimensioni dell'aggregato tramite la designazione d/D e dovranno soddisfare i requisiti granulometrici più avanti specificati. Le dimensioni dell'aggregati dovranno essere specificate utilizzando le dimensioni nominali indicate nel prospetto 1 della norma che comprende un gruppo base comune (stacci: 0, 1, 2, 4, 8, 16, 31, 5 (32), 63 mm) più due gruppi (gruppo 1 e gruppo 2); le dimensioni degli aggregati dovranno essere separate da un rapporto tra la relativa dimensione della staccio superiore "D" e quella dello staccio inferiore "d" non minore di 1,4.

I requisiti generali di granulometria, per gli aggregati *grossi*, *fini* ed in *frazione unica*, dovranno essere conformi ai requisiti riportati al punto 4.3 della norma e del quale, in Tab. 11, si riporta il prospetto 2 (a meno delle annotazioni).

2.5.2. Forma dell'aggregato grosso

La forma dell'aggregato grosso sarà determinata in termini di *coefficiente di appiattimento* (come specificato nella EN 933-3) e di *coefficiente di forma* (come specificato nella EN 933-4) e riferita alle rispettive categorie "F" e

TAB. 11 - Requisiti generali di granulometria secondo UNI EN 13242

AGGREGATO	DIMENSIONE	Percentuale in massa del passante					Categoria G
		2 D	1,4 D	D	d	d/2	
Grosso	$d \geq 1$	100	da 98 a 100	da 85 a 99	da 0 a 15	da 0 a 5	G _C 85-15
	$e D > 2$	100	da 98 a 100	da 80 a 99	da 0 a 20	da 0 a 5	G _C 80-20
Fine	$d = 0$	100	da 98 a 100	da 85 a 99	–	–	G _F 85
	$e D \leq 6,3$	100	da 98 a 100	da 80 a 99	–	–	G _F 80
In frazione unica	$d = 0$	–	100	da 85 a 99	–	–	G _A 85
		100	da 98 a 100	da 80 a 99	–	–	G _A 80
		100	–	da 75 a 99	–	–	G _A 75

“S” di cui ai prospetti 5 e 6 della UNI EN 13242.

2.5.3. Percentuale di particelle rotte o frantu-mate o totalmente arrotondate negli aggregati grossi

Ove richiesto, tale percentuale, determinata in conformità alla EN 933-5, dovrà essere dichiarata in conformità alla categoria pertinente (C) specificata nel prospetto 7 della norma.

2.5.4. Contenuto di fini

Ove richiesto, il contenuto di fine per aggregato grosso, fine ed in frazione unica dovrà essere dichiarato in conformità alla categoria pertinente (f) della norma.

2.5.5. Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso

La resistenza alla frammentazione dovrà essere determinata in termini di *coefficiente Los Angeles* come specificato nella norma EN 1097-2; detto coefficiente dovrà essere dichiarato in conformità alla categoria pertinente (LA) specificata nel prospetto 9 della UNI EN 13242. Dove richiesto, il valore d'urto, determinato secondo EN 1097-2, punto 6, sarà dichiarato in conformità alla categoria pertinente (SZ) specificata nel prospetto 10 della norma.

2.5.6. Resistenza all'usura dell'aggregato grosso

Se richiesto, la resistenza all'usura dell'aggregato grosso (coefficiente di usura micro-Deval, MDE), determinato secondo EN 1097-1, sarà dichiarata in conformità alla categoria pertinente (MDE) specificata nel prospetto 11 della norma.

2.5.7. Requisiti chimici

Ove richiesti, in base alla particolare applicazione, destinazione d'uso o all'origine dell'aggregato, saranno determinati e specificati in conformità al punto 6 della norma.

2.5.8. Requisiti di durabilità

Per la resistenza al *Sonnenbrand* e al gelo-disgelo sarà fatto riferimento al punto 7 della norma. Se richiesto, il valore di assorbimento di acqua sotto forma di prova di screening dovrà essere determinato secondo EN 1097-6, punto 7, o appendice B; in questo caso se l'assorbimento di acqua non è maggiore al massimo di un valore dello 0,5%, si dovrà presumere che l'aggregato sia resistente al gelo-disgelo (v. prospetto 17 UNI EN 132). Se la resistenza al gelo-disgelo sarà determinata secondo EN 1367-1 o EN 1367-2, essa sarà dichiarata in conformità alla categoria pertinente (F) o (MS – categoria per l'integrità massima del solfato di magnesio) di cui ai prospetti 18 e 19 della norma (v. peraltro l'appendice B).

2.5.9. Designazione, marcatura ed etichettatura. Marcatura CE

Per la designazione, la marcatura e l'etichettatura si rinvia al precedente 42.3.7. Per la marcatura CE, v. quanto riportato nell'Appendice ZA, punto ZA.3 della norma. Il simbolo di marcatura dovrà figurare sull'etichetta o sulla confezione o sui documenti di accompagnamento e dovrà essere integrato dalle seguenti informazioni: numero di identificazione dell'Organismo di certificazione (solo per i prodotti sotto sistema “2+”); nome e marchio identificativo ed indirizzo registrato del produttore; le ultime due cifre dell'anno in cui si applica la marcatura; numero del certificato di controllo della produzione in fabbrica (solo per il sistema “2+”); riferimento alla norma; informazioni sui requisiti essenziali rilevanti elencati nel prospetto ZA.1.

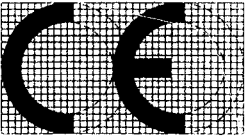
TAB. 12 a - Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e costruzione di strade

Caratteristiche armonizzate (secondo appendice ZA della UNI EN 13242)	Dichiarazione	
Forma, dimensione e massa volumica delle particelle	Dimensione dell'aggregato	SI
	Granulometria	SI
	Forma dell'aggregato grosso	SI/NPD
	Massa volumica delle particelle	SI/NPD
Purezza	Contenuto di fini	SI
	Qualità dei fini	SI
Percentuale di particelle frantumate	Percentuale di particelle rotte frantumate e di particelle totalmente arrotondate negli aggregati grossi	SI
Resistenza alla frammentazione/frantumazione	Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso	SI (3)
Stabilità volumetrica	Componenti che alterano la stabilità di volume delle scorie d'altoforno e d'acciaieria per gli aggregati non legati	SI/NPD
Assorbimento/suzione di acqua	Assorbimento di acqua	SI/NPD
Composizione/contenuto	Solfato solubile in acido	SI
	Zolfo totale	SI/NPD
	Componenti che alterano la velocità di presa e di indurimento delle miscele legale con leganti idraulici	SI/NPD
Resistenza all'attrito	Resistenza all'usura dell'aggregato grosso	SI
Sostanze pericolose: Rilascio di metalli pesanti mediante lisciviazione Rilascio di altre sostanze pericolose	Conoscenza delle materie prime Gestione della produzione	(80)
Durabilità agli agenti atmosferici	“Sonnenbrand” del basalto	SI/NPD
Durabilità al gelo/disgelo	Resistenza al gelo o disgelo	SI/NPD

2.5.10. Sistema di attestazione

Con riferimento al punto ZA.2 della norma, il sistema di attestazione degli aggregati sarà del tipo "2+" per attestati destinati ad impieghi con alti requisiti di sicurezza (dove sia richiesto l'intervento di terzi); per impieghi senza altri requisiti di sicurezza sarà del tipo "4". ⁽⁸⁰⁾

TAB. 12 b - Esempio di informazioni sulla marcatura CE per aggregati sotto il sistema 2+

 01234		Purezza Contenuto di fini Categoria (per esempio f_{16}) Qualità dei fini Valore soglia "passa/non passa" (% MB, SE) Valore dichiarato
Any Co Ltd, PO Box 21, B-1050		Percentuale di particelle frantumate Categoria (per esempio $C_{90,3}$)
02		Resistenza alla frammentazione/frantumazione Categoria (per esempio $LA_{5,0}$)
0123-CPD-0456		Stabilità di volume Categoria (per esempio V_3)
EN 13242		Assorbimento/suzione di acqua Valore dichiarato (% di frazione di massa)
Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici da utilizzare per opere di ingegneria civile e costruzione di strade		Composizione/contenuto Solfati solubili in acido Categoria (per esempio $AS_{0,2}$) Zolfo totale Valore soglia "passa/non passa" (% S) Componenti che alterano la velocità di presa e di indurimento delle miscele legate con leganti idraulici Valore soglia "passa/non passa" (Tempo di indurimento in min e resistenza alla compressione $S\%$)
Forma delle particelle	Valore dichiarato (F)	Resistenza all'attrito Categoria (per esempio M_{DE25})
Dimensione delle particelle	Designazione (d/D) e tolleranza categoria (per esempio $G_{2,80-20}$)	Rilascio di metalli pesanti mediante lisciviazione Valori soglia vigenti nel luogo d'impiego
Massa volumica delle particelle	Valore dichiarato (Mg/m^3)	Rilascio di altre sostanze pericolose per esempio Sostanza X: $0,2 \mu m^3$
		Durabilità al gelo/disgelo Categoria (per esempio F_4 o MS_{25})

2.6. Aggregati per fondi e sottofondi stradali – miscele non legate

Ove particolarmente previsto in Elenco od ove prescritto dalla Direzione dei lavori le miscele in argomento dovranno possedere i requisiti di cui al punto 4 della norma UNI EN 13285, e inoltre, quando richiesto, le proprietà conformi alla norma UNI EN 13242 di cui al precedente punto 42.5.

2.6.1. Designazione della miscela

Le miscele definite dalla norma UNI EN 13285 dovranno essere designate e selezionate da uno dei tipi di cui alla Tab. 13 di seguito riportata ($d = 0$):

TAB. 13 - Miscele non legate per fondi e sottofondi stradali. Designazione normalizzata

0/8	0/10	0/11,2	0/12,5	0/14	0/16	0/20
0/22,4	0/31,5	0/40	0/45	0/56	0/63	0/80

2.6.2. Contenuto di fini

Il contenuto massimo o minimo di fini (passanti allo staccio di 0,063 mm), in rapporto alla categoria prescelta, dovrà soddisfare i valori riportati nei prospetti 2 e 3 della norma.

2.6.3. Curva granulometrica generale

Con riferimento agli stacci di classificazione di cui alla Tab. 14, la percentuale in massa (determinata secondo UNI EN 933-1) del passante lo staccio A, lo staccio B, lo staccio C, lo staccio E, lo staccio F, e lo staccio G, dovrà rientrare nel campo granulometrico generale corrispondente alla categoria selezionata dalla Tab. 15. Inoltre, per le categorie GA, GB, GC, GO e GP il valore medio calcolato a partire da tutte le granulometrie dovrà rientrare nel campo granulometrico del valore dichiarato dal fornitore corrispondente alla categoria selezionata dalla Tab. 15.

⁽⁸⁰⁾ Per questa caratteristica, le disposizioni della Direttiva 89/106/CE si ritengono soddisfatte dal rispetto della normativa nazionale italiana ovvero comunitaria applicabile, vigenti al momento della dichiarazione.

2.6.4. Designazione e descrizione

La designazione delle miscele dovrà includere almeno le seguenti informazioni: riferimento alla norma; provenienza; classe granulometrica – valore della dimensione dello staccio maggiore (D); tipo (i) di aggregato utilizzato (i) nella miscela.

2.7. Aggregati per sovrastrutture stradali – Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali

Dovranno rispondere sia per l'aggregato grosso (⁸¹) che per l'aggregato fine (1) ed il filler (1) ai requisiti riportati nella norma UNI EN 14043 richiamata al punto 42.4.

2.7.1. Granulometria

Tutti gli aggregati dovranno essere descritti in termini di dimensioni dell'aggregato tramite la designazione d/D e dovranno soddisfare i requisiti granulometrici più avanti specificati. Le dimensioni dell'aggregato dovranno essere espresse utilizzando le

TAB. 16 - Requisiti generali di granulometria secondo UNI EN 13043

Aggregato	Dimensione mm	Percentuale passante in massa					Categoria G
		$2 D$	$1,4 D$	D	d	$d/2$	
Grosso	$D > 2$	100	100	da 90 a 99	da 0 a 10	da 0 a 2	$G_C 90/10$
		100	da 89 a 100	da 90 a 99	da 0 a 15	da 0 a 5	$G_C 90/15$
		100	da 98 a 100	da 90 a 99	da 0 a 20	da 0 a 5	$G_C 90/20$
		100	da 98a 100	da 85 a 99	da 0 a 15	da 0 a 2	$G_C 85/15$
		100	da 98a 100	da 85 a 99	da 0 a 20	da 0 a 5	$G_C 85/20$
		100	da 98 a 100	da 85 a 99	da 0 a 35	da 0 a 5	$G_C 85/35$
Fine	$D \leq 2$	100	–	da 85 a 99	–	–	$G_F 85$
In frazione unica	$D \leq 45$ e $d = 0$	100	da 98 a 100	da 90 a 99	–	–	$G_A 90$
		100	da 98 a 100	da 85 a 99	–	–	$G_A 85$

dimensioni nominali indicate nel prospetto 1 della norma che comprende un gruppo base comune (stacci: 0, 1, 2, 4, 8, 16, 31,5, (32), 63 mm) più due gruppi; le dimensioni degli aggregati dovranno essere separate da un rapporto tra la relativa dimensione dello staccio superiore "D" e quella dello staccio inferiore "d" non minore di 1,4.

I requisiti generali di granulometria, per gli aggregati *grossi*, *fini* ed in *frazione unica* dovranno essere conformi a quelli riportati al punto 4.1.3 della norma e del quale, in Tab. 16, si riporta il prospetto 2 (a meno delle annotazioni).

2.7.2. Forma dell'aggregato grosso

Si richiama sull'argomento quanto specificato al precedente punto 42.5.2. con riferimento, in questo caso, ai prospetti 7 e 8 della norma UNI EN 13043.

2.7.3. Percentuali di superficie frantumata negli aggregati grossi

Si richiama quanto specificato al precedente punto 42.5.2., con riferimento al prospetto 9 della UNI EN 13043.

2.7.4. Contenuto di fini

Ove richiesto, il contenuto di fini, determinato in conformità alla UNI EN 933-1, dovrà essere espresso secondo la relativa categoria (f) specificata nel prospetto 5 della norma.

2.7.5. Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso

Si richiama, per questo punto, quanto specificato al precedente punto 42.5.5., con riferimento al prospetto 11 della UNI EN 13043. Per i valori massimi della resistenza all'urto (categoria SZ) sarà fatto riferimento al prospetto 12.

⁸¹ **Aggregato grosso:** designazione attribuita alle dimensioni più grandi dell'aggregato con $D \leq 45$ mm e con $d \geq 2$ mm. **Aggregato fine:** Designazione attribuita alle dimensioni più piccole dell'aggregato con $D = 2$ mm e contenente particelle che sono in maggior parte trattenute su uno staccio di 0,063 mm. **Fini:** frazione granulometrica di un aggregato passante per lo staccio di 0,063 mm. **Aggregato filler:** aggregato, la maggior parte del quale passa per lo staccio di 0,063 mm, che può essere aggiunto ai materiali di costruzione per il conferimento di determinate proprietà.

2.7.6. Resistenza alla levigazione dell'aggregato grosso per manti superficiali – Abrasione superficiale

Ove richiesto, la resistenza alla levigazione dell'aggregato grosso per manti superficiali (valore di levigabilità – PSV) sarà determinata secondo EN 1097-8. Detto resistenza dovrà essere dichiarata in conformità alla relativa categoria di cui al prospetto 13 della norma. La resistenza all'abrasione superficiale dovrà essere dichiarata in conformità alla relativa categoria (AAV) specificata nel prospetto 14 della norma.

2.7.7. Resistenza all'usura dell'aggregato grosso

Per tale resistenza (coefficiente micro-Deval – MDE), si rinvia a quanto specificato al precedente punto 68.5.6., con riferimento al prospetto 15 della UNI EN 13043.

2.7.8. Durabilità

Per la durabilità, verrà preso in considerazione il valore di assorbimento di acqua come prova di selezione per la resistenza al gelo/disgelo. Tale valore sarà determinato con i procedimenti della EN 1097-2, punto 7, o della EN 1097-6, appendice B ⁽⁸²⁾.

2.7.9. Resistenza al gelo/disgelo

Ove richiesto, la resistenza al gelo/disgelo, determinata secondo EN 1367-1 o EN 1367-2, dovrà essere dichiarata in conformità alla relativa categoria specificata nel prospetto 19 (F) o del prospetto 20 (MS) della norma.

2.7.10. Sonnenbrand del basalto

Ove siano rilevabili segni di "Sonnenbrand", la perdita di massa e la resistenza alla frammentazione dovranno essere determinate in conformità alla EN 1367-3 ed alla EN 1097-2. Per le categorie dei valori massimi di resistenza al "Sonnenbrand" (SB) si farà riferimento al prospetto 21 della norma.

2.7.11. Requisiti per l'aggregato filler

Per tali requisiti (geometrici, fisici, chimici, di uniformità produttiva) sarà fatto riferimento al punto 5 della norma.

2.7.12. Designazione, marcatura ed etichettatura – Marcatura CE

Per la designazione, la marcatura l'etichettatura sarà fatto riferimento ai punti 7, 8 e all'appendice ZA della norma in analogia alle prescrizioni riportata nel precedente punto 68.5.9. Lo stesso dicasi per i sistemi di attestazione della conformità e di cui al precedente punto 68.5.10.

2.8. POMICE

Posta in commercio allo stato di granulato, dovrà possedere la granulometria prescritta (di norma: 0-5, 0-12, 0-15, 0-20), essere priva di alterazioni, asciutta, scevra di sostanze organiche, polvere o altri elementi estranei. Dovrà inoltre possedere una resistenza a compressione, misurata su cubetto di cm 5 di lato, non inferiore a 6 N/mm². Per gli impieghi strutturali dovrà possedere una resistenza meccanica granulata (norma DIN 53109 e procedimento modificato di Hummel) non inferiore a 15 N/mm².

TAB. 17 - Pietre e marmi – Classificazione e caratteristiche tecniche indicative (v. anche UNI EN 12370)

MATERIALE	Massa volumica kg/m ³	RESISTENZA (N/mm ²)			Modulo di elasticità N/mm ²
		Rottura a flessione	Rottura a compressione	Sicurezza (di rif.)	
<i>ERUTTIVO</i>					
a) Di profondità					
Granito	2600	10	160	5	50.000
Sienile	2700	10	160	5	50.000
b) Effusivo					
Porfido di quarzo	2600	15	180	7	55.000
Basalto	2900	20	250	12	90.000
c) Detritico					
Tufo vulcanico	1600	–	5	1	10.000
<i>SEDIMENTARIO</i>					
Arenaria	2100	5	10	3	30.000
Calcere tenero	2200	5	30	3	30.000
Calcere compatto	2600	6	80	4	40.000
Travertino	2300	4	40	3	25.000
<i>METAMORFICO</i>					
Marmo	2700	6	120	3	40.000
Quarziti	2500	6	150	5	50.000

⁽⁸²⁾ Se l'assorbimento d'acqua, determinato con il primo metodo, non è maggiore del valore selezionato con una delle categorie specificate nel prospetto 17 della norma, o se determinato con il secondo metodo non è maggiore di 0,5, l'aggregato dovrà essere considerato resistente al gelo/disgelo.

2.9. PIETRE NATURALI E MARMI

2.9.0. Generalità – Caratteristiche tecniche e nomenclatura

I materiali in argomento dovranno corrispondere alle "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione" di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2332.

In generale, le pietre da impiegarsi nelle costruzioni dovranno essere omogenee, a grana compatta (con esclusione di parti tratte dal cappellaccio), esenti da screpolature, peli, venature, piani di sfaldatura, sostanze estranee, nodi, scaglie, cavità, ecc. Dovranno avere dimensioni adatte al particolare loro impiego ed offrire una resistenza proporzionata all'entità delle sollecitazioni cui saranno sottoposte; in particolare, il carico di sicurezza a compressione non dovrà mai essere superiore al 20% del rispettivo carico di rottura.

Saranno escluse le pietre marnose, gessose e in generale tutte quelle alterabili all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.

Le prove per l'accertamento dei requisiti fisico-chimici e meccanici saranno effettuate in conformità alle norme cui al R.D. citato, alle norme UNI EN in vigore (si citano tra le altre le UNI EN 12370, 12371, 12372, 12407, 13161, 13364, 13755, 14066, 14158, 14581, 1925, 1926, 1936) e in particolare alle norme della serie UNI EN 772. Si richiamano inoltre le seguenti:

UNI EN 12370 - Pietre naturali. Terminologia.

UNI EN 771-6 - Specifiche per elementi di muratura. Elementi di pietra naturale.

UNI EN 772-1 - Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione della resistenza a compressione.

Per le murature portanti, gli elementi dovranno possedere i requisiti di resistenza meccanica e adesività alle malte determinati con le modalità descritte al punto 11.9 delle "Norme tecniche per le costruzioni" emanate con D.M. 14 settembre 2005 e s.m.i.

La descrizione, designazione e classificazione degli elementi per muratura di pietra naturale dovrà comprendere: il riferimento alla norma UNI EN 771-6; le dimensioni; la descrizione petrografica (v. UNI EN 12370) ed ancora, se necessario: la resistenza alla compressione media; la porosità totale ed aperta; la massa volumica apparente; il coefficiente di assorbimento d'acqua per capillarità; la resistenza al gelo/disgelo; le proprietà termiche. Il fabbricante/fornitore dovrà dimostrare la conformità del proprio prodotto ai requisiti della UNI EN 771-6 ed ai valori dichiarati per le relative proprietà esibendo entrambi i punti seguenti: prova di tipo iniziale del prodotto; controllo della produzione in fabbrica.

TAB. 18 - Nomenclatura delle pietre rispetto alla lavorazione delle superfici
(v. anche la UNI EN 12370, p. 2.3)

NOMENCLATURA	DESCRIZIONE
Greggia di cava	Superficie del materiale che ha subito soltanto lo stacco dalla montagna naturale (crollo di cava) oppure con mine od altri mezzi (cunei, mazze, ecc.).
Greggia di spacco	Superficie ottenuta mediante spacco dalla roccia secondo i piani di divisibilità (sfaldamento, falda, controfalda e controverso).
Mano di sega	Superficie striata come risulta dopo la segatura.
Shozzata	Superficie che in cava ha subito una prima lavorazione per una grossolana squadratura con piccone o con punta grossa (sabbia).
A punta grossa	Uniforme distribuzione di solchi e cavità di profondità 8 ÷ 12 mm. (lavorazione con mazzuolo e punta grossa).
A punta media	Idem con profondità 5 ÷ 8 mm (lavorazione con mazzuolo e punta media).
A punta fine	Idem con profondità 2 ÷ 5 mm (lavorazione con mazzuolo e punta fine).
Scalpellata	Superficie pressoché liscia; sono tuttavia ammessi solchi o cavità di profondità non maggiore a 2 mm. (lavorazione a mazzuolo e scalpello).
Bocciardata grossa	Granulare uniforme; lavorazione con bocciarda grossa (9 o 16 denti su 25 cm ²).
Bocciardata media	Idem con bocciarda media (25 o 26 denti su 25 cm ²).
Bocciardata fine	Idem con bocciarda fine (49,64 o 81 denti su 25 cm ²).
Bocciardata finissima	Idem con bocciarda finissima (100, 121 o 144 denti su 25 cm ²).
Martellinata grossa	Uniformemente striata in una sola direzione; lavorazione alla martellina grossa su superficie preventivamente lavorata alla punta grossa.
Martellinata media	Idem con martellina media su superficie preventivamente lavorata a punta media e fine a martellina grossa.
Martellinata fine	Idem con martellina fine su superficie a mano di sega o a punta fine o a martellina media.
Frullonata	Superficie liscia omogenea con leggeri segni di lavorazione (rigatura o striatura); viene fatta con virgole o con globuli di acciaio.
Levigata	Superficie liscia ed omogenea, senza rigature, striature od altri segni di lavorazione; viene ottenuta con virgole 1,2,3 oppure con carborundum o spuntiglio.
Lucidata	Superficie brillante, speculare; ottenuta su superficie preventivamente levigata con l'impiego di spuntiglio finissimo, ossido di piombo o gomma lacca, ecc.

2.9.1. Pietra da taglio

Oltre a possedere gli accennati requisiti e caratteri generali, dovrà essere sonora alla percussione, immune da fenditure e litoclasti, di perfetta lavorabilità. Per le opere esterne sarà vietato l'impiego di materiali con vene non perfettamente omogeneizzate e di brecce in genere.

2.9.2. Tufo calcareo (83)

Dovrà essere di recente estrazione, di struttura litoide, compatta ed uniforme, escludendosi quello pomicioso e facilmente friabile; sarà impiegato solo dopo autorizzazione della Direzione Lavori e previo accertamento della massa volumica (non inferiore a 1600 kg/m³) e della resistenza a compressione (non inferiore a 5 N/mm² se secco ed a 4 N/mm² se bagnato).

2.9.3. Ardesia

Sarà sempre di prima scelta, di spessore uniforme, scura, sonora e di superficie rugosa e non eccessivamente esente da impurità di pirite e di carbonato di calcio. Per l'accettazione dovrà rispettare le specifiche e relativi metodi di prova riportati nella norma UNI EN 12326-1-2.

2.9.4. Marmo ⁽⁸⁴⁾

Dovrà essere della migliore qualità, perfettamente sano, senza scaglie, brecce, vene, spacchi, nodi, peli ed altri difetti che ne infirmino la omogeneità e la solidità. Non saranno tollerati tasselli, stuccature, rotture, scheggiature ed imperfezioni di sorta.

2.10. MANUFATTI LAPIDEI STRADALI – Cubetti

2.10.0 Generalità

I manufatti lapidei stradali potranno essere costituiti da graniti, sieniti, dioriti, porfidi, trachini, basalti, ecc., in rapporto alle prescrizioni, e dovranno essere conformi agli esecutivi di progetto ed alle descrizioni di Elenco. Per gli stessi si richiama la seguente normativa:

UNI EN 1341 - Lastre di pietra naturale per pavimentazioni esterne. Requisiti e metodi di prova.

UNI EN 1343 - Cordoli di pietra naturale per pavimentazioni esterne. Requisiti e metodi di prova.

I manufatti dovranno avere carichi di rottura, in rapporto alle condizioni di impiego, non inferiori a quelli riportati nella Tab. 19. Tali carichi determineranno le *classi* di rottura.

I materiali dovranno essere imballati in modo da evitare qualunque danneggiamento da trasporto; sull'imballaggio o sulla bolla di consegna dovranno essere indicati:

il nome petrografico e quello commerciale della pietra; il nome e l'indirizzo del fornitore; il nome e l'ubicazione della cava; il valore dichiarato delle classi di designazione della marcatura; il riferimento alla norma.

TAB. 19 - Lastre e cordoli di pietra naturale. Classi di resistenza a flessione

Classe	Carico di rottura (min) kN	Uso tipico
0	Nessun requisito	Decorazione
1	0,75	Lastre posate su malta, solo per aree pedonali
2	3,5	Aree pedonali e piste ciclabili. Giardini e balconate
3	6,0	Accesso occasionale di automobili, veicoli e motocicli Entrate di autorimesse
4	9,0	Aree pedonali, mercati accosionali utilizzati da veicoli per le consegne e veicoli di emergenza
5	14,0	Aree pedonali spesso utilizzate da autoveicoli pesanti
6	25,0	Vie e strade, stazioni di rifornimento

⁽⁸³⁾ Roccia sedimentaria chimica porosa composta di carbonati di calcio o di silice depositati dall'acqua (da distinguersi dal tufo vulcanico costituito da roccia piroclastica formata dal consolidamento di frammenti vulcanici con diametro inferiore a 64 mm e dal tufo arenario costituito dal sedimento cementato di grani di quarzo, feldspato, frammenti di mica, ecc.).

⁽⁸⁴⁾ Roccia metamorfica contenente più del 50% di carbonati (calcite o dolomite) formata per ricristallizzazione metamorfica di una roccia carbonatica. È costituito da minerali con durezza Mohs di 3÷4, lucidabili a specchio.

I materiali inoltre dovranno essere marcati CE con sistema di attestazione della conformità di tipo 4. Con la marcatura CE dovranno essere fornite ancora le informazioni seguenti: forza di rottura; scivolosità (se pertinente); resistente allo slittamento (se pertinente); durabilità; trattamento chimico superficiale (se appropriato).

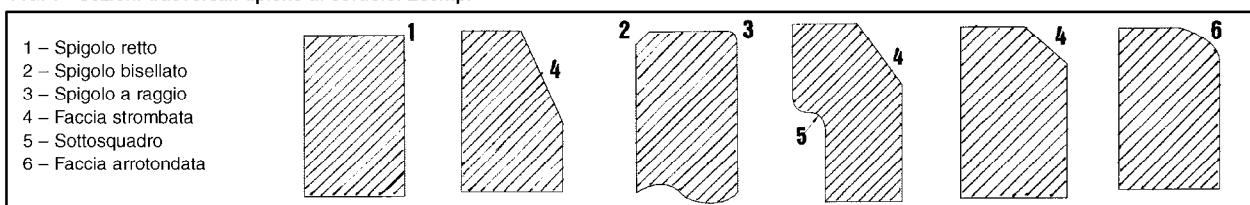
2.10.1. Lastre di pietra naturale ⁽⁸⁵⁾

Avranno tolleranza in classe 2 nella dimensione del piano (designazione di marcatura P2) e sullo spessore (designazione T2) come da prospetti 1 e 3 della norma ⁽⁸⁶⁾, resistenza al gelo/disgelo (se richiesta) in classe 1 (v. prospetto 6 della norma). Saranno inoltre dichiarati dal produttore, ove richiesto: l'assorbimento di acqua (secondo EN 13755), l'eventuale trattamento superficiale chimico, la resistenza alla flessione, all'abrasione ed allo scivolamento. Per la descrizione petrografica si farà riferimento alla EN 12407.

2.10.2. Cordoli di pietra naturale

Avranno finitura superficiale come da Elenco (tipi: fine, levigata, rustica, martellinata, meccanica a spacco, ecc.) ⁽⁸⁷⁾ e tolleranza in classe 2 (v. prospetto 1 della norma). La resistenza al gelo/disgelo (se richiesta) sarà in classe 1 (marcatura F1) secondo EN 12371. La lunghezza minima dei cordoli curvi, misurata sulla faccia esterna, dovrà essere pari a 500 mm; la sezione trasversale di combaciamento dovrà essere perfettamente radiale. Per il resto si rinvia al precedente punto 42.10.1.

FIG. 1 - Sezioni trasversali tipiche di cordolo. Esempi



2.10.3. Bocchette di scarico

Potranno essere di tre tipi: A (a foro passante), B (a squarcio), C (a nicchia), con larghezza \square altezza di 12 \square 30 e 15 \square 27 (escluse per il tipo B) e di 25 \square 20 e 30 \square 25 (escluse per il tipo A); la lunghezza sarà compresa tra 70 \div 90 cm.

Avranno inoltre la superficie di marcia e degli squarci lavorata a punta fine e lo stesso dicasi per quella anteriore (striscia con altezza di 18 cm); quella di giunto sbazzata in maniera tale da determinare in accostamento un intervallo non superiore ad 1 cm; quella posteriore e di posa grossolanamente sbazzata con striscia posteriore di spigolo, per una altezza di 3 cm, rifilata a squadra e lavorata a punta fine.

La tolleranza sarà di $\pm 0,3$ cm sulla larghezza e di $\pm 1,5$ cm sull'altezza.

2.10.4. Risvolti

In rapporto alle prescrizioni potranno avere larghezze di 25 o 30 cm (significative per la designazione) e corrispettivamente altezze di 20 o 25 cm e raggio di curvatura interno di 25 o 20 cm. La lavorazione delle superfici sarà effettuata come al precedente punto 36.7.1.

2.10.5. Guide

In rapporto alle prescrizioni potranno avere larghezze di 15, 20 o 60 cm (significative per la designazione) e corrispettivamente lunghezze non inferiori a 100, 120 e 120 cm (per graniti, sieniti, dioriti) ed a 60, 80 e 80 cm (per porfidi, trachiti, basalti). L'altezza sarà di 20 cm con tolleranza di ± 1 cm.

⁽⁸⁵⁾ Per "lastra" deve intendersi qualsiasi unità di pietra naturale da pavimentazione nella quale la larghezza nominale sia superiore a 150 mm e, in generale, al doppio dello spessore.

⁽⁸⁶⁾ Tolleranza nella dimensione del piano ± 2 mm (bordi segati ≤ 700 mm); ± 3 mm (bordi segati > 700 mm); ± 10 mm (bordi a spacco).

Tolleranza sullo spessore: $\pm 10\%$ (spessore ≤ 30 mm); ± 3 mm (spessore 30-60 mm); ± 4 mm (spessore > 60 mm).

⁽⁸⁷⁾ Finiture superficiali: **fine**: trattamento della superficie che consente di ottenere un'a differenza massima di 0,5 mm tra picchi e depressioni (es. lucidatura, levigatura e taglio a piano di segna o disco); **rustica**: idem con una differenza maggiore di 2 mm tra picchi e depressioni (es. martellinatura, lavorazione meccanica, sabbiatura o fiammatura)

Avranno inoltre la superficie di marcia lavorata a punta media (se non diversamente prescritto), in modo da risultare piana ed a spigoli vivi, e quelle laterale e di giunto lavorate a scalpello nella parte superiore e grossolanamente sbazzate in quella inferiore in modo che tra i bordi di due guide, poste in piano ed accostate, esista un intervallo di giunto di larghezza non superiore ad 1 cm; la superficie di posa potrà essere grossolanamente sbazzata o greggia di frattura, purché con andamento parallelo alla superficie di marcia.

La tolleranza sarà di $\pm 0,4$ cm sulla larghezza e di ± 1 cm sull'altezza.

2.10.6. Cubetti di pietra per pavimentazione

I cubetti da impiegare per le pavimentazioni, secondo apparecchiature ad arco o a corsi rettilinei, dovranno essere costituiti da porfidi, graniti, dioriti, basalti (eccezionalmente), ed in ogni modo da rocce di origine ignea particolarmente dure e tenaci, costituite da almeno due diversi minerali a differente usurabilità, preferibilmente a grana non troppo fine.

TAB. 20 - Cubetti di pietra per apparecchiature ad arco. Assortimenti

DESIGNAZIONE	Faccia superiore cubetto Differenza fra spigoli max cm	Altezza cubetti (tolleranze) cm	Massa specifica (100 elementi) (porfidi A. Adige) kg
4/6	0,6	5,0 ($\pm 1,5$)	31
6/8	1,0	7,0 ($\pm 1,5$)	84
7/10	1,0	8,5 ($\pm 2,0$)	150
9/12	1,0	10,5 ($\pm 2,0$)	284
11/14	1,2	12,5 ($\pm 2,0$)	479
12/16	1,2	14,0 ($\pm 2,5$)	673

In accordo alle norme CNR per i materiali stradali, Fasc. N. 5/1954 (per quanto non incompatibile con la norma di seguito riportata), i cubetti, se non diversamente disposti, dovranno presentare una resistenza alla compressione non inferiore a 140 N/mm^2 , una all'usura non inferiore a 0,8 ed una all'urto di almeno 13 (v. art. 10 norme CNR). Inoltre dovranno presentare spigoli vivi, praticamente rettilinei, facce piane e, in generale, caratteristiche uniformi. Vale la norma:

UNI EN 1342 - Cubetti di pietra naturale per pavimentazioni esterne. Requisiti e metodi di prova.

Per quanto riguarda la tolleranza dimensionale, le dimensioni orizzontali e lo spessore, dovranno essere non superiori ai valori riportati nelle tabelle che seguono, se misurati in conformità all'Appendice A della superiore norma. Devono ritenersi valide in ogni caso, con riferimento anche alle Tab. 21 e 22, le prescrizioni più restrittive.

La resistenza al gelo/disgelo (prova EN 12371 con 48 cicli), se richiesta, dovrà definire il materiale in classe 1 (marcatura F1); inoltre il produttore dovrà dichiarare la resistenza all'abrasione, la resistenza alla scivolosità in assenza di lucidatura (USRV) e l'assorbimento d'acqua.

TAB. 21 - Cubetti di pietra. Tolleranze sulle dimensioni planari nominali

Tra due facce a spacco	± 15 mm
Tra una faccia lavorata e una a spacco	± 10 mm
Tra due facce lavorate	± 5 mm

TAB. 22 - Cubetti di pietra. Tolleranze sullo spessore nominale

Sigla di marcatura	Classe 1	Classe 2
	T1	T2
Tra due facce a spacco	± 30 mm	± 15 mm
Tra una faccia lavorata e una a spacco	± 30 mm	± 10 mm
Tra due facce lavorate	± 30 mm	± 5 mm

I cubetti dovranno essere dotati di conformità CE con sistema di attestazione del tipo 4. La marcatura CE dovrà essere accompagnata dalle seguenti informazioni generali: norme o marchio identificativo del fabbricante; ultime due cifre dell'anno di apposizione della marcatura; uso previsto e descrizione del prodotto; resistenza a compressione (valore o classe dichiarato secondo UNI EN 1926); scivolosità (se pertinente); resistenza allo slittamento (se pertinente); durabilità; trattamento chimico superficiale (se appropriato).

I cubetti da impiegare nelle apparecchiature ad arco dovranno avere caratteristiche di forma e dimensioni corrispondenti a quelli della tabella 20 o diversamente prescritte. Ogni assortimento di cubetti non dovrà però essere costituito di elementi di dimensioni uguali, ma dovrà comprendere elementi di varie dimensioni entro i limiti che definiscono l'assortimento stesso.

Per i cubetti da impiegarsi in corsi rettilinei dovranno invece aversi, negli assortimenti di cui alla tabella 23, solo elementi di dimensioni pressoché uguali, salvo le tolleranze previste.

Il massimo sottosquadro tollerabile per una faccia sarà di $1/8$ della larghezza. In ogni caso, tanto per i cubetti per apparecchiature ad arco quanto per quelli da corsi rettilinei, gli elementi dovranno presentare spigoli vivi, praticamente rettilinei, facce sufficientemente piane e, in accostamento, giunti di larghezza non superiore a 0,5 cm

TAB. 23 - Cubetti di pietra per corsi rettilinei. Assortimenti

DESIGNAZIONE	Faccia superiore cubetto Differenza fra spigoli max cm.	Altezza cubetti (tolleranze) cm.
9/10	1.0	9.5 ($\pm 1,0$)
10/11	1.0	10.5 ($\pm 1,0$)
11/12	1.0	11.5 ($\pm 1,0$)
12/13	1.0	12.5 ($\pm 1,0$)

per le pezzature da 4 a 8 cm ed a 1 cm per quelle superiori.

Salvo diverse disposizioni, per la fornitura dovranno essere approvvigionati cubetti di caratteristiche uniformi, ivi compreso il colore.

Art. 3 CALCI – POZZOLANE – LEGANTI IDRAULICI

3.1. CALCI

3.1.0. Generalità

Dovranno possedere le caratteristiche ed i requisiti prescritti dalle norme vigenti (R.D. 16 novembre 1939, n. 2231, e s.m.i.) per quanto non incompatibile con la parte armonizzata delle seguenti norme europee recepite dall'UNI:

UNI EN 459-1 - Calci da costruzione. Definizioni, specifiche e criteri di conformità.

UNI EN 459-2 - Calci da costruzione. Metodi di prova.

La distinzione sarà fatta in *calci aeree* [vive (Q), idrate (S1), semi-idrate (S2), calciche (CI), dolomitiche (DL) idrate e semiidrate] e *calci idrauliche* [naturali (NHL), naturali con materiali aggiunti (Z) e miscelate (HL)]. Le calci aeree saranno classificate in base al loro contenuto di (CaO + MgO), mentre quelle idrauliche in base alla loro resistenza a compressione in MPa. Per i requisiti fisici sarà fatto riferimento al prospetto 5 della UNI EN 459-1.

3.1.1. Calce viva ⁽⁸⁸⁾

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.

3.1.2. Calce idrata in polvere ⁽⁸⁹⁾

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.

3.1.3. Marcatura ed etichettatura

Le calci da impiegarsi per la preparazione di malte per murature, intonaci esterni ed interni e per la produzione di altri prodotti dovranno essere marcate CE. Il sistema di attestazione della conformità sarà del tipo "2". Il simbolo di marcatura CE (da figurare sulla confezione o sui documenti di accompagnamento) dovrà essere accompagnato dalle seguenti informazioni: numero di identificazione dell'ente autorizzato; nome o marchio identificativo e indirizzo registrato del produttore; le ultime due cifre dell'anno di marcatura; numero del certificato di conformità CE o certificato di controllo di produzione di fabbrica (se necessario); riferimento alla norma UNI EN 459-1; descrizione del prodotto e dell'impiego previsto; informazioni sulle caratteristiche pertinenti elencate nel prospetto ZA.1 della norma.

3.2. POZZOLANA

Dovrà rispondere alle "Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico", di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2230.

La pozzolana sarà ricavata da strati mondi da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti, sarà di grana fina (passante allo staccio 3,15 UNI 2332/1 per malte in generale e 0,5 UNI 2332/1 per malte fini di intonaco e murature di paramento), asciutta ed accuratamente vagliata. Sarà impiegata esclusivamente pozzolana classificata "energica".

⁽⁸⁸⁾ Per le definizioni v. il punto 3 della UNI EN 459-1. La calce viva è ottenuta per calcinazione di rocce calcaree e/o dolomitiche. Essa include la calce calcica e la calce dolomitica.

⁽⁸⁹⁾ La calce idrata (S) è una calce aerea, calcica o dolomitica, ottenuta dallo spegnimento controllato della calce viva. La calce spenta potrà essere richiesta in forma di polvere secca, di grassello o di liquido (latte di calce).

3.3. LEGANTI IDRAULICI

3.3.0. Generalità

I materiali in argomento dovranno avere le caratteristiche ed i requisiti prescritti dalla Legge 26 maggio 1965, n. 595, e dai DD.MM. 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 agglomerati cementizi e delle calce idrauliche”*, con le modifiche e gli aggiornamenti di cui ai DD.MM. 20 novembre 1984 e 13 settembre 1993.

Per quanto riguarda i cementi, fatto salvo quanto previsto dal D.M. 3 giugno 1968 e dal D.M. 20 novembre 1984 per i cementi alluminosi e per i cementi per sbarramenti di ritenuta, la composizione, le specificazioni ed i criteri di conformità saranno quelli previsti dalle norme UNI EN sotto riportate, alle quali fa peraltro riferimento il D.M. 14 settembre 2005 che ha emanato le nuove *“Norme Tecniche per le costruzioni”*⁽⁹⁰⁾:

UNI EN 197-1 - Cemento. Composizione, specificazioni e criteri di conformità per i cementi comuni.

UNI EN 197-2 - Cemento. Valutazione della conformità.

3.3.1. Denominazione dei tipi

I 27 prodotti della famiglia dei cementi comuni conformi alla UNI EN 197-1, e la loro denominazione, sono indicati nel prospetto 1 della norma. Essi sono raggruppati in cinque tipi principali di cemento così definiti: CEM I (cemento Portland); CEM II (cemento Portland composito); CEM III (cemento d’alto forno); CEM IV (cemento pozzolanico); CEM V (cemento composito). La denominazione comprenderà: il tipo di cemento, il riferimento alla norma, la sigla del tipo, la classe di resistenza e la resistenza iniziale (N, ordinaria; R, elevata)⁽⁹¹⁾.

3.3.2. Resistenze meccaniche e tempi di presa

I cementi precedentemente elencati, saggianti su malta normale secondo le prescrizioni e le modalità indicate nella norma UNI EN 196-1, dovranno avere le caratteristiche ed i limiti minimi di resistenza meccanica parzialmente riportati nella Tabella 24.

TAB. 24 - Cementi. Resistenze meccaniche e tempi di presa

CLASSE	Resistenza alla compressione N/mm ²			Tempo di inizio presa minuti	
	Resistenza iniziale		Resistenza normalizzata		
	2 giorni	7 giorni	28 giorni		
32,5 N	–	≥ 16	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 75
32,5 R	≥ 10	–	≥ 42,5	≤ 62,5	≥ 60
42,5 N	≥ 10	–	≥ 52,5	–	≥ 45
42,5 R	≥ 20	–	–	–	–
52,5 N	≥ 20	–	–	–	–
52,5 R	≥ 30	–	–	–	–

3.3.3. Modalità di fornitura

La fornitura dei leganti idraulici dovrà avvenire in sacchi sigillati, ovvero in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola o ancora alla rinfusa.

Dovranno comunque essere chiaramente riportate, a mezzo stampa nei primi due casi e con documenti di accompagnamento nell’ultimo, le informazioni previste dall’Appendice ZA.4 della norma UNI EN 197-1 ed in particolare: il marchio CE; il numero di identificazione dell’organismo di certificazione; il nome o marchio identificativo del produttore; la sede legale; il nome o marchio identificativo della fabbrica; le ultime due cifre dell’anno di marcatura; il numero del certificato di conformità CE; la norma di riferimento e la denominazione normalizzata (esempio: CEM I 42,5 R).

L’introduzione in cantiere di ogni partita di cemento sfuso dovrà risultare dal *Giornale dei lavori* e dal *Registro dei getti*.

⁽⁹⁰⁾ Vedi, sull’argomento, il punto 11.9.1 di tali norme.

⁽⁹¹⁾ Esempi di denominazione: Cemento portland EN 197-1 – CEM 142,5 R; Cemento portland al calcare EN 197-1 – CEM 11/A 32,5 N.

3.3.4. Prelievo dei campioni

Per l'accertamento dei requisiti di accettazione dei cementi, degli agglomerati cementizi e delle calce idrauliche in polvere, le prove saranno eseguite su materiale proveniente da un campione originario di almeno 50 kg di legante prelevato da dieci sacchi per ogni partita di mille sacchi o frazione.

Per le forniture di leganti alla rinfusa la campionatura per le prove sarà effettuata all'atto della consegna, in contraddittorio fra le parti, mediante il prelievo di un campione medio in ragione di 10 kg per ogni 50 o frazione.

3.3.5. 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".

3.3.6. Particolari prescrizioni e impieghi

I cementi pozzolanici dovranno prevalentemente essere impiegati per opere destinate a venire in contatto con terreni gessosi, acque di mare o solfatate in genere. I cementi d'alto forno dovranno essere impiegati nelle pavimentazioni stradali, nelle strutture a contatto con terreni gessosi ed in genere nelle opere in cui è richiesto un basso ritiro; non dovranno invece essere impiegati per conglomerati destinati a strutture a vista. Si richiamano le norme UNI 9156 (cemento resistenti ai solfati) ed UNI 9606 (cementi resistenti al dilavamento della calce).

I cementi alluminosi saranno impiegati per getti a bassa temperatura, per getti subacquei, per lavori urgenti ed in genere per opere a contatto con terreni o acque fisicamente o chimicamente aggressivi. Ne è escluso l'impiego per opere strutturali.

3.4. ADDITIVI

3.4.1. Additivi per calcestruzzi

Materiale aggiunto durante il procedimento di miscelazione del calcestruzzo, in quantità non maggiore del 5% in massa del contenuto di cemento del calcestruzzo, dovrà essere conforme alla parte armonizzata della seguente norma:

UNI EN 934-2 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Additivi per calcestruzzo. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura.

La designazione degli additivi dovrà riportare: il nome e il tipo di additivo; il riferimento alla norma; il codice per identificare il tipo di additivo (numero del prospetto della norma che riporta i requisiti prestazionali, es. UNI EN 934-2:T3.1/3.2). La marcatura CE dovrà essere accompagnata dalle seguenti informazioni: numero di identificazione dell'ente autorizzato; nome o marchio identificativo e indirizzo registrato del produttore; ultime due cifre dell'anno di marcatura; numero del certificato di controllo di produzione in fabbrica; descrizione del prodotto; informazioni sulle caratteristiche pertinenti essenziali di cui al prospetto ZA.1 della norma.

3.4.2. Additivi per malte

Gli additivi per malte per opere murarie dovranno essere conformi alla parte armonizzata della norma UNI EN 934-3. Per la designazione e la marcatura CE si richiama quanto indicato superiormente per i calcestruzzi.

Art. 4 MATERIALI LATERIZI

Formati da argilla (contenente quantità variabili di sabbia, ossido di ferro e carbonato di calcio), purgata, macerata, impastata, pressata e sottoposta a giusta cottura in apposite fornaci, dovranno rispondere, per quanto non in contrasto con le specifiche norme armonizzate emanate in sede europea, alle "Norme per l'accettazione dei materiali laterizi" approvate con R.D. n. 2233/1939.

I laterizi di qualsiasi tipo, forma e dimensioni (pieni, forati e per coperture) dovranno nella massa essere scevri da sassolini, calcinelli ed altre impurità; avere forma regolare, facce lisce e spigoli sani; presentare alla frattura (non vetrosa) grana fine, compatta ed uniforme; essere sonori alla percussione; assorbire acqua per immersione ed

asciugarsi all'aria con sufficiente rapidità; non sfaldarsi o sfiorire sotto l'influenza degli agenti atmosferici (anche in zone costiere) e di soluzione saline; non screpolarsi al fuoco e al gelo; avere resistenza adeguata, colore omogeneo e giusto grado di cottura; non contenere sabbia con sali di soda o potassio o comunque sali solubili; avere forma geometrica precisa e infine, un contenuto di solfati alcalini tali che il tenore di SO₃ sia 0,05%.

Gli elementi da impiegarsi nelle murature dovranno avere facce piane e spigoli regolari, essere esenti da screpolature, fessure e cavità e presentare superfici atte all'adesione delle malte. I mattoni da paramento dovranno presentare in maniera particolare regolarità di forma, integrità superficiale e sufficiente uniformità di colore per l'intera partita.

Quando impiegati nelle murature portanti, essi debbono rispondere alle prescrizioni contenute nel D.M. 14 settembre 2005 relativo alle nuove "Norme Tecniche per le Costruzioni", con particolare riferimento ai paragrafi 5.4 e 11.9.1 delle stesse norme.

Art. 5 MATERIALI FERROSI – PRODOTTI DI ACCIAIO E GHISA

5.0. GENERALITÀ

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, saldature, paglie e da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, profilatura, fucinatura e simili. Essi inoltre dovranno soddisfare tutte le condizioni generali previste dal D.M. 28 febbraio 1908, modificato con R.D. 15 luglio 1925 (per quanto compatibile con la nuova normativa).

Per i materiali ferrosi, ferma restando l'applicazione del R.D. in precedenza richiamato, dovranno comunque essere rispettate le vigenti norme emanate dall'UNI o recepite da norme armonizzate sotto le sigle di UNI EN o UNI EN ISO. Gli acciai in particolare, ove destinati ad impieghi strutturali, dovranno soddisfare i requisiti previsti dal paragrafo 11.2 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" approvate con D.M. 14 settembre 2005⁽⁹⁴⁾ ⁽⁹⁵⁾.

5.0.1. Designazione e classificazione – Qualificazione

Per la designazione e la classificazione si farà riferimento alle seguenti norme di unificazione:

UNI EN 10020 - Definizione e classificazione dell'acciaio

UNI EN 10021 - Condizioni tecniche generali di fornitura per l'acciaio ed i prodotti siderurgici.

UNI EN 10027/1 - Sistemi di designazione degli acciai. Designazione alfanumerica. Simboli principali.

UNI EN 10027/2 - Idem. Designazione numerica.

UNI EN 1563 - Fonderia. Getti di ghisa a grafite sferoidale.

I prodotti di acciaio di impiego strutturale dovranno essere coperti da marcatura CE. Anche in questo caso dovranno comunque essere rispettati, laddove applicabili, i punti del paragrafo 11.2 delle "Norme Tecniche" non in contrasto con le specifiche tecniche europee armonizzate.

Quando non sia applicabile tale marcatura, ai sensi del D.P.R. n. 246/93 di recepimento della Direttiva 89/106/CE, i prodotti dovranno essere qualificati con la procedura di cui al paragrafo 11.2.1.1 delle superiori norme e dotati di "Attestato di qualificazione" di validità quinquennale, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP.

⁽⁹⁴⁾ Come acciai si definiscono i materiali ferrosi contenenti meno dell'1,9% di carbonio, limite che li separa dalle ghise definite dalla UNI 7856

⁽⁹⁵⁾ Tutti gli acciai dovranno essere prodotti con un sistema permanente di controllo della produzione in stabilimento che assicuri il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione

5.0.2. Identificazione dei prodotti qualificati

Ogni prodotto qualificato dovrà essere dotato di marcatura indelebile, depositata presso il Servizio Tecnico di cui sopra, dalla quale risulti in modo inequivocabile il riferimento al produttore, allo stabilimento, al tipo di acciaio e alla eventuale saldabilità⁽⁹⁶⁾.

5.0.3. Prove e certificazioni

Per le prove dei materiali sarà fatto in genere riferimento alle UNI EN ISO 377 (Prelievo e preparazione dei saggi), alla UNI 10002/1 (Prova di trazione), alla UNI 558 (Prova di compressione), alla UNI 559 (Prova di flessione), alle UNI EN ISO 6506 e 6507 (Prove di durezza) e alla UNI EN ISO 7438 (Prova di piegamento).

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento che in cantiere o nel luogo di lavorazione, dovranno riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato dal laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure lo stesso non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il S.T.C., le certificazioni emesse dal laboratorio saranno prive di valenza e il materiale non potrà essere utilizzato⁽⁹⁷⁾.

5.0.4. Documentazione di accompagnamento

Tutte le forniture di acciaio destinato ad impieghi strutturali dovranno essere accompagnate dall'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale con riportato il riferimento al documento di trasporto. Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio dovranno essere accompagnate da copie dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio. Il Direttore dei lavori, prima della messa in opera, verificherà quanto sopra rifiutando le eventuali forniture non conformi.

5.1. ACCIAI PER CEMENTO ARMATO ORDINARIO

5.1.0. Generalità

Per il cemento armato ordinario è ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili, del tipo ad aderenza migliorata, qualificati secondo le procedure di cui al punto 11.2.1 delle "Norme Tecniche" cui è fatto riferimento nelle "Generalità" e controllati con le modalità riportate nel punto 11.2.2.10 delle stesse norme.

I controlli in cantiere (o nei luoghi di lavorazione) sono obbligatori. Essi saranno riferiti agli stessi gruppi di diametri contemplati nelle prove a carattere statistico di cui al punto 11.2.2.10⁽⁹⁸⁾ delle norme, in ragione di tre spezzoni, marcati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun gruppo di diametri per ciascuna fornitura, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento

TAB. 27 - Barre per c.a. ordinario. Valori limite di accettazione

Caratteristiche	Valore limite	Note
f_y minimo	425 N/mm ²	(450-25) N/mm ²
f_y massimo	572 N/mm ²	[450x(1,25-0,02) N/mm ²
Agt minimo	≥ 5.0%	per acciai laminati a caldo
Agt minimo	≥ 1.0%	per acciai trafilati a freddo
Rottura/snervamento	$1.11 ≤ f_t/f_y ≤ 1.37$	per acciai laminati a caldo
Rottura/snervamento	$f_t/f_y ≥ 1.03$	per acciai trafilati a freddo
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	per tutti

TAB. 28 - Acciaio per c.a. laminato a caldo. Requisiti (parziali)

Parametri	Caratteristiche
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	≥ $f_{y\ nom}$ (N/mm ²)
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	≥ $f_{t\ nom}$ (N/mm ²)
$(f_t/f_y)_k$	≥ 1,13
$(f_y/f_{y\ nom})_k$	≤ 1,35
$(f_y/f_{y\ nom})_k$	≤ 1,25
Allungamento $(A_{gt})_k$	≥ 7%

TAB. 29 - Acciaio per c.a. trafilato a freddo. Requisiti (parziali)

Parametri	Caratteristiche
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	≥ $f_{y\ nom}$ (N/mm ²)
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	≥ $f_{t\ nom}$ (N/mm ²)
$(f_t/f_y)_k$	≥ 1,05
$(f_y/f_{y\ nom})_k$	≤ 1,25
Allungamento $(A_{gt})_k$	≥ 3%

⁽⁹⁶⁾ Il produttore è tenuto a marcare ogni singolo pezzo. Ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marcatura dovrà essere tale che prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione (fascio, bobina, rotolo, pacco, ecc.) il prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di acciaio nonché al lotto e alla data di produzione. Qualora presso gli utilizzatori o commercianti l'unità marcata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte o tutto perda l'originale marcatura, sarà responsabilità degli utilizzatori o commercianti documentare la provenienza mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il S.T.C. Nel caso, i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere dovranno essere accompagnati da detta documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dal Direttore dei lavori.

⁽⁹⁷⁾ In tal caso il laboratorio incaricato infomerà il Servizio Tecnico Centrale dei LL.PP.

⁽⁹⁸⁾ Diametro barre compreso tra 5 e 32 mm; Diametro barre maggiore di 32 mm; Diametro rotoli fino a 16 mm. I rotoli devono essere soggetti a qualificazione separata dalla produzione in barre e dotati di marcatura differenziata.

dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli dovranno essere estesi agli altri diametri della partita. I controlli in cantiere sono facoltativi quando il prodotto da utilizzare provenga da un centro di trasformazione (o luogo di lavorazione) delle barre nel quale siano stati effettuati tutti i controlli prescritti. In questo caso la spedizione del materiale dovrà essere accompagnata dalla certificazione attestante l'esecuzione delle prove secondo norma.

I limiti di accettazione, con riguardo alla resistenza e all'allungamento, devono rientrare nei valori riportati nella tabella di cui al punto 11.2.10.3 delle "Norme tecniche" e qui riprodotta. Ove i risultati non siano conformi, si opererà come particolarmente previsto nello stesso paragrafo.

È ammesso l'uso di acciai inossidabili o zincati, purché le caratteristiche meccaniche (ed anche fisiche e tecnologiche, per gli zincati) siano conformi alle prescrizioni relative agli acciai normali. Nel caso degli zincati, la marcatura dovrà consentire l'identificazione sia del produttore dell'elemento base che dello stabilimento di zincatura.

5.1.1. Acciaio laminato a caldo

L'acciaio per cemento armato laminato a caldo, denominato **B450C** e caratterizzato da una tensione caratteristica di snervamento (*fy nom.*) di 450 N/mm² e di rottura (*ft nom.*) di 540 N/mm², dovrà rispettare i requisiti riportati nella Tab. 11.2 delle norme tecniche, parzialmente riprodotta a fianco (Tab. 28).

5.1.2. Acciaio laminato a freddo

L'acciaio per cemento armato trafilato a freddo, denominato **B450A** e caratterizzato dai medesimi valori nominali dell'acciaio laminato a caldo, dovrà rispettare i requisiti riportati nella corrispondente Tab. 11.2.II e qui riprodotta parzialmente (Tab. 29).

5.1.3. Barre e rotoli

Tutti gli acciai per cemento armato dovranno essere, come già specificato nelle generalità, del tipo "ad aderenza migliorata". Le barre, caratterizzate dal diametro della barra tonda liscia equivalente, avranno diametro compreso tra 6 e 50 mm ⁽⁹⁹⁾. Per gli acciai forniti in rotoli, il diametro massimo ammesso sarà non superiore a 16 mm.

5.1.4. Accertamento delle proprietà meccaniche

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche vale quanto indicato nelle UNIENISO 15630-1 e UNI EN ISO 15630-2.

5.1.5. Reti e tralicci elettrosaldati

Dovranno essere costituiti con barre aventi diametro compreso tra 5 e 12 mm, formanti maglia con lato non superiore a 330 mm. I nodi delle reti dovranno resistere ad una forza di distacco, determinata secondo UNI EN ISO 15630-2, pari al 30% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore. La marcatura dovrà rientrare nella casistica di cui al punto 11.2.2.5 delle norme tecniche.

5.1.6. Tolleranze dimensionali

La deviazione ammissibile per la massa nominale delle barre deve rientrare nei limiti previsti dalla Tab. 11.2.III delle norme tecniche.

5.1.7. Centri di trasformazione

I Centri di trasformazione possono ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla documentazione prevista al punto 11.2.1.3 delle norme. In ogni caso i documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere devono indicare gli estremi degli attestati di qualificazione del prodotto di origine.

I Centri di trasformazione, identificati agli effetti della normativa cui si fa riferimento quali "luoghi di lavorazione", sono tenuti ad effettuare i controlli obbligatori previsti in cantiere, secondo le indicazioni di cui al punto 11.2.2.10.3 della stessa normativa. L'esecuzione delle prove presso tali centri non esclude comunque che il Direttore dei lavori, nell'ambito della propria discrezionalità, possa effettuare in cantiere eventuali ulteriori controlli, se ritenuti opportuni.

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore intermedio dovranno essere dotati di una specifica marcatura che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso, in aggiunta alla marcatura del prodotto di origine.

⁽⁹⁹⁾ Per barre con diametri superiori a 40 mm la struttura va considerata composta e valgono le regole delle strutture composte acciaio-conglomerato cementizio.

5.2. ACCIAI PER STRUTTURE METALLICHE

5.2.0. Generalità

Gli acciai da impiegare nelle strutture metalliche dovranno rispettare le prescrizioni contenute nel paragrafo 11.2.4 delle "Norme Tecniche" di cui al D.M. 14 settembre 2005, più volte richiamato, con le eventuali successive modifiche ed integrazioni. Potranno essere impiegati prodotti conformi ad altre specifiche tecniche qualora garantiscano un livello di sicurezza equivalente e tale da soddisfare i *requisiti essenziali* della Direttiva 89/106/CEE⁽¹⁰⁰⁾.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche, il prelievo dei saggi, la posizione di prelievo, la preparazione delle provette e le modalità di prova dovranno osservarsi le prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377, UNI 552, UNI EN 10002-1, UNI EN 10045-1. Le tolleranze di fabbricazione devono rispettare i limiti previsti dalla EN 1090. Si richiamano inoltre le norme:

UNI EN 10025-1 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Condizioni tecniche generali di fornitura.

UNI EN 10210-1 - Profili cavi finiti a caldo di acciai non legati ed a grana fine per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura.

UNI EN 10219-1 - Profili formati a freddo di acciaio non legato ed a grana fine per strutture saldate. Condizioni tecniche di fornitura.

I controlli di cantiere sono obbligatori. Dovranno essere effettuate per ogni fornitura minimo tre prove, di cui almeno due sugli spessori massimo e minimo. I dati sperimentali ottenuti dovranno soddisfare le prescrizioni di cui alle tabelle delle norme della serie UNI EN 10025 ovvero della tabella più avanti riportata per i profilati cavi, per quanto concerne l'allungamento e la resistenza, nonché le norme superiormente richiamate per le caratteristiche chimiche. Ogni singolo valore della tensione di snervamento e di rottura (*R_m*) non dovrà risultare inferiore ai limiti tabellari (v. ad es. Tab. 30 per i prodotti di cui alla norma UNI EN 10025-2).

TAB. 30 - Prodotti piani e lunghi di acciaio non legato UNI EN 10025-2. Carichi unitari di rottura a trazione

DESIGNAZIONE Secondo EN 10027-1 (101)	Carico unitario di rottura a trazione <i>R_m</i> (N/mm ²)				
	Spessore nominale in mm				
	< 3	≥ 3 ≤ 100	> 100 ≤ 150	> 150 ≤ 250	> 250 ≤ 400
S235JR S235J0 S235J2	360 - 510 360 - 510 360 - 510	360 - 510 360 - 510 360 - 510	350 - 500 350 - 500 350 - 500	340 - 490 340 - 490 340 - 490	- - 330 - 480
S275JR S275J0 S275J2	430 - 580 430 - 580 430 - 580	410 - 560 410 - 560 410 - 560	400 - 540 400 - 540 400 - 540	380 - 540 380 - 540 380 - 540	- - 330 - 540
S355JR S355J0 S355J2 S355K2	510 - 680 510 - 680 510 - 680 510 - 680	470 - 630 470 - 630 470 - 630 470 - 630	450 - 600 450 - 600 450 - 600 450 - 600	450 - 600 450 - 600 450 - 600 450 - 600	- - 450 - 600 450 - 600
S450J0*	-	550 - 720	530 - 700	-	-

* Applicabile solo per prodotti lunghi.

¹⁾ Il prelievo dei campioni sarà effettuato a cura del Direttore dei lavori (o di tecnico di sua fiducia) che dovrà validare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., i campioni inviati in laboratorio per le prove richieste.

Per la particolare procedura, per le caratteristiche delle certificazioni rilasciate e per gli ulteriori controlli d'obbligo da parte dei laboratori di prova, si rinvia comunque al punto 11.2.4.8.3 delle norme tecniche.

Le superfici dei laminati dovranno essere esenti da scaglie, paglie, ripiegature, cricche ed altri difetti che ne possano pregiudicare ragionevolmente la possibilità di impiego. Sarà tollerata la presenza di lievi sporgenze o rientranze, di leggere rigature e vaiolature, purché non venga superata la tolleranza in meno prescritta sullo spessore. Valgono sull'argomento le norme UNI EN 10163-1-2-3.

¹⁰⁰ () Tale equivalenza sarà accertata dal Ministero delle Infrastrutture, Servizio Tecnico Centrale (S.T.C.).

⁽¹⁰¹⁾ Per gli acciai designati in tabella il simbolo "S" indica gli acciai per impieghi strutturali, il numero indica il carico unitario di snervamento minimo prescritto, in N/mm², e gli ulteriori simboli indicano caratteristiche aggiuntive secondo la Circolare d'informazione CI 10 dell'ECISS.

5.2.1. Acciaio laminato – Prodotti piani e lunghi

Gli acciai di uso generale laminati a caldo, in profilati, barre, larghi piatti e lamiere devono appartenere in uno dei tipi previsti nella norma UNI EN 10025 (1÷6) ed essere in possesso di attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale secondo le procedure di cui al punto 11.2.4.8 delle “Norme tecniche”.

Il produttore dovrà dichiarare, nelle forme previste, le caratteristiche tecniche di cui al prospetto ZA.1 dell’appendice ZA della norma UNI EN 10025-1. Tali caratteristiche dovranno rispettare, per i diversi tipi di acciaio di cui alle UNI EN 10025 (2÷6), i limiti previsti nelle medesime specifiche tecniche ⁽¹⁰²⁾.

5.2.2. Acciaio laminato – Profilati aperti

Avranno dimensioni e tolleranze come da relative norme UNI tra cui si citano: UNI 5397 (Travi HE ad ali larghe e parallele); UNI 5398 (Travi IPE ad ali parallele); UNI 5679 (Travi IPN); UNI 5681 (Profilati a T a spigoli vivi).

5.2.3. Acciaio laminato – Profilati cavi

Gli acciai di uso generale in forma di profilati cavi (anche tubi saldati provenienti da nostro laminato a caldo), dovranno appartenere ad uno dei tipi aventi le caratteristiche meccaniche di cui alle specifiche norme riportate nella tabella che segue, nelle classi di duttilità JR, JO, J2 e K2. Il produttore dovrà dichiarare le caratteristiche tecniche come al precedente punto 46.3.1.

5.3. LAMIERE DI ACCIAIO

Saranno conformi, per qualità e caratteristiche, ai requisiti ed alle prescrizioni riportati nelle seguenti norme:

UNI EN 10025-1 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Condizioni tecniche generali di fornitura.

UNI EN 10029 - Lamiere di acciaio laminato a caldo, di spessore 3 mm. Tolleranze dimensionali, di forma e sulla massa.

5.3.1. Lamiere bugnate o striate

Impiegate per la formazione di piani pedonabili o carrabili, dovranno rispondere, per dimensioni e tolleranze, alle prescrizioni delle norme UNI 4630 (lamiere bugnate) e UNI 3151 (lamiere striate). In tutti i casi saranno esenti da difetti visibili (scagliature, bave, crepe, crateri, ecc.) o da difetti di forma (svergolamento, ondulazione, ecc.) o di lavorazione (spigoli a taglio, assenza o difetti di limatura, ecc.) che ne pregiudichino l’impiego e/o la messa in opera e/o la sicurezza e l’estetica. Il rivestimento superficiale sarà conforme alle indicazioni di progetto.

5.3.2. Lamiere grecate

Qualunque sia il materiale di formazione (acciaio lucido zincato, preverniciato plastificato, inossidabile; alluminio naturale, smaltato; rame, ecc.) saranno ottenute tramite profilatura a freddo e tranciatura con stampo e controstampo; di conseguenza le lamiere saranno fornite, per lunghezze anche superiori a 10 m, in unico pezzo.

Le lamiere si presenteranno prive di svergolamenti, deformazioni e difetti superficiali di qualunque genere; i rivestimenti dovranno essere ben aderenti e continui, senza danni di sorta. Lo spessore non sarà mai inferiore a 0,6 mm per le lamiere da impiegarsi nei manti di copertura, a 0,7 mm per quelle da impiegarsi nei solai con soletta collaborante ed a 0,8 mm per i solai a secco. La tolleranza sullo spessore sarà conforme alle relative norme UNI EN ed in ogni caso mai superiore al ±10%. Si richiamano la EN 14782 ed il punto 11.2.4.8.1.1. delle “Norme tecniche”.

¹⁰² Tali caratteristiche saranno peraltro contenute nelle informazioni che accompagnano l’attestato di qualificazione ovvero, quando previsto, la marcatura CE di cui al D.P.R. 246/93.

5.4. LAMIERE ZINCATE E MANUFATTI RELATIVI

5.4.0. Generalità

Fornite in fogli, rotoli o in profilati vari per lavorazione dopo zincatura, le lamiere zincate avranno come base acciaio non legato, di norma laminato a freddo. Qualità, requisiti e tolleranze saranno conformi, in rapporto ai tipi, alle seguenti norme di unificazione:

UNI EN 10326 - Nastri e lamiere di acciaio per impieghi strutturali rivestiti per immersione a caldo in continuo. Condizioni tecniche di fornitura.

UNI EN 10327 - Nastri e lamiere di acciaio a basso tenore di carbonio rivestiti per immersione a caldo in continuo per formazione a freddo.

Condizioni tecniche di fornitura.

La zincatura dovrà essere effettuata per immersione a caldo nello zinco allo stato fuso (450-460 °C); questo sarà di prima fusione, almeno di titolo ZN 99,5 UNI EN 1179. Con riguardo al procedimento di zincatura questo potrà essere di tipo a bagno continuo o discontinuo (più idoneamente indicato quest'ultimo per manufatti lavorati pre-zincatura).

La finitura del rivestimento potrà venire richiesta, in rapporto all'impiego, a stellatura normale (N) o ridotta (M) l'aspetto della superficie potrà essere *normale (A)*, *migliorato (B)* o di *qualità superiore (C)*, quest'ultimo ottenuto mediante laminazione a freddo (skin-passatura) ⁽¹⁰³⁾. In ogni caso le lamiere sottili zincate non dovranno presentare zone prive di rivestimento, ossidazione bianca, grossi grumi di zinco, soffiature od altri difetti superficiali. Con riguardo poi al grado di protezione superficiale i prodotti zincati, se non sottoposti a verniciatura industriale, potranno venire richiesti secchi, oliati o trattati all'acido cromico (passivazione) con esclusione, per tale ultima operazione, dei prodotti a superficie levigata.

In ogni caso le lamiere sottili zincate non dovranno presentare zone prive di rivestimento, ossidazione bianca, grossi grumi di zinco, soffiature o altri difetti superficiali.

5.4.1. Lamiere zincate con procedimento continuo a caldo

Salvo diversa prescrizione, per tutti i manufatti previsti in lamiera zincata, quali coperture, rivestimenti, serrande, serbatoi di acqua, barriere di sicurezza, funi, lamiere ondulate, ecc., dovrà essere impiegata lamiera trattata secondo il procedimento di zincatura in continuo, consentendo lo stesso, 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 di base e la formazione di uno strato ferro-zinco molto sottile ed uniforme ⁽¹⁰⁴⁾.

TAB. 31 - Lamiere zincate a caldo. Tipologia degli strati di zincatura

TIPO DI RIVESTIMENTO	Massa complessiva di zinco sulle due superfici (g/m ²)	
	Media di 3 determinazioni (minimo)	Singole determinazioni (minimo)
Z 600	600	525
Z 450	450	400
Z 350	350	300
Z 275	275	245
Z 200	200	175
Z 140	140	135
Z 100	100	90

La zincatura Z 450 sarà tassativamente prescritta per le lamiere destinate alla costruzione di serbatoi d'acqua o da impiegarsi in ambienti aggressivi. In nessun caso la fornitura potrà prevedere manufatti con grado di zincatura \geq Z 140.

5.4.2. Manufatti tubolari per tombini

Potranno essere del tipo a piastre multiple o ad elementi incastrati o imbullonati, secondo prescrizioni; in ogni caso saranno costituiti di lamiera zincata ondulata di tipo non inferiore a Fe E 280 GZ 600 UNI EN 10147, con contenuto in rame compreso tra 0,20 ÷ 0,40% e spessore minimo di 1,5 mm.

I manufatti dovranno essere esenti da difetti come: bolle di fusione, parti non zincate, rigature, ecc.; per l'impiego in ambienti chimicamente aggressivi dovranno essere inoltre protetti mediante rivestimento bituminoso o asfaltico, armato con fibre minerali (spessore 1,5 mm) ovvero mediante bitume ossidato applicato con immersione a

⁽¹⁰³⁾ La finitura a stellatura ridotta e la superficie di qualità superiore saranno particolarmente richieste per i laminati zincati da sottoporre a successive operazioni di profilatura e/o di verniciatura

⁽¹⁰⁴⁾ Nella relazione Zn-Fe si formano diverse fasi di lega (gamma, delta, zeta, eta), per uno spessore di 70-100 micron, a diversa durezza Vickers, l'ultima fase essendo costituita al 100% da zinco.

caldo (1,5 kg/m²).

Per ogni fornitura l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori una valida certificazione rilasciata dal produttore attestante l'esatta qualità del materiale, le relative caratteristiche fisico-meccaniche ed il tipo di zincatura. I pesi inoltre, in rapporto allo spessore dei vari diametri impiegati, dovranno risultare conformi alle tabelle fornite dallo stesso produttore, con tolleranza del ±5%.

Salvo diversa specifica, per i vari tipi di tubolari si prescrive in particolare:

a) - *Manufatti ad elementi incastrati per tombini*: avranno ampiezza d'onda di 67,7 mm, profondità di 12,7 mm e lunghezza dell'intero manufatto, al netto di eventuali testate, multipla di 0,61 m.

Il tipo sarà costituito da due mezze sezioni, ondulate, curvate ai raggi prescritti; dei due bordi longitudinali di ogni elemento l'uno sarà a diritto filo e l'altro ad intagli, tali da formare quattro riseghe atte a ricevere, ad incastro, il bordo dell'altro elemento.

Le sezioni impiegabili saranno: la circolare, con diametro variabile da 0,30 ad 1,50 m (che potrà essere richiesta con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro) e la policentrica, anche ribassata, con luce minima di 0,40 m e luce massima di 1,75 m.

b) - *Manufatti ad elementi imbullonati per tombini*: avranno ampiezza d'onda di 67,7 mm, profondità di 12,7 mm e lunghezza dell'intero manufatto, al netto di eventuali testate, multipla di 0,61 m. Il tipo sarà costituito da due o più piastre ondulate, curvate ai raggi prescritti ed imbullonate.

Le sezioni impiegabili saranno: le circolari, con diametro variabile da 0,60 a 2,00 m, e le policentriche ribassate, con luce minima di 0,70 m e luce massima di 2,20 m.

c) - *Manufatti a piastre multiple per tombini e sottopassi*: avranno ampiezza d'onda di 152,4 mm, profondità di 50,8 mm e raggio della curva interna della gola di almeno 28,6 mm. Gli elementi dovranno essere inoltre in misura tale da fornire, montati in opera, un vano di lunghezza multipla di 0,61 m. I bulloni di giunzione delle piastre dovranno essere di diametro non inferiore a 3/4 di pollice, essere del pari zincati, ed appartenere alla classe 8G (norme UNI 3740).

Le sezioni impiegabili saranno: le circolari, con diametro variabile da 1,50 a 6,40 m (che potranno essere richieste con una preformazione ellittica massima del 5%) le ribassate, con luce variabile da 1,80 a 6,50 m; quelle ad arco, con luce variabile da 1,80 a 9,00 m e le policentriche (per sottopassi), con luce variabile da 2,20 a 7,00 m.

5.4.3. Manufatti tubolari per drenaggi

Avranno struttura portante costituita di lamiera di acciaio con profilatura ondulata, del tipo elicoidale continua, con onda di ampiezza 38 mm e profondità 6,35 mm. La lamiera avrà spessore non inferiore ad 1,2 mm, carico unitario di rottura non inferiore a 340 N/mm² e sarà protetta su entrambe le facce con strato di zincatura, eseguita secondo il processo Sendzimir, con 480 grammi nominali di zinco per metro quadrato.

I tubi avranno di norma diametro di 15 ÷ 20 ÷ 25 cm (secondo ordinazione), dovranno potersi collegare a mezzo di particolari piastre di giunzione di uguale ondulazione ed inoltre dovranno essere corredati di pezzi speciali (a gomito, a T, a Y, a croce, ecc.) per le varie esigenze e composizioni di montaggio.

Per l'azione di drenaggio sui tubi saranno praticati fori di diametro non superiore a 10 mm, distribuiti in due doppie serie longitudinali, ogni doppia serie collocandosi nella mezzeria inferiore dei tubi a cavallo delle generatrici angolate di 120° rispetto alla verticale.

5.4.4. Manufatti per barriere di sicurezza e parapetti metallici

Le barriere ed i parapetti metallici dovranno avere caratteristiche tali da resistere agli urti dei veicoli, sotto qualunque angolo di incidenza, e da presentare una deformabilità pressoché costante in qualunque punto. In particolare per quanto non incompatibile con i successivi provvedimenti, dovranno rispettare le norme e le disposizioni di cui al "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza" adottato con con D.M. 18 febbraio 1992, poi modificato ed integrato con DD.MM. 15 ottobre 1996, 3 giugno 1998 e 11 giugno 1999 ed infine con D.M. Infr. e Trasp. 21 giugno 2004 recante l'"Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove" in recepimento delle norme UNI EN 1317-1-2-3.

Tutti gli elementi metallici costituenti la barriera dovranno essere di acciaio di qualità non inferiore a S235 JR (UNI EN 10027-1), zincato a caldo con quantità di zinco non inferiore a 300 g/m² per ciascuna faccia (Z 600) ed avere le seguenti caratteristiche minime (con eccezione per i tipi di classe N1 e N2):

- *Nastro*: spessore non inferiore a 2,5 mm, profilo a doppia o tripla onda, altezza effettiva non inferiore a 300 mm, sviluppo non inferiore a 475 mm.
- *Paletti di sostegno*: profilo a "C" di dimensioni non inferiore a 80 x 120 x 80 mm, spessore non inferiore a 5 mm, lunghezza non inferiore a 1700 mm.

- *Distanziatori*: profili secondo omologazione, spessore non inferiore a 3 mm.
- *Bulloneria*: a testa tonda e ad alta resistenza.

I parapetti avranno spessore dei montanti non inferiore a 6 mm, distanziatori ad anima rinforzata con nervature e tubo corrimano con diametro esterno non inferiore a 48 mm e spessore non inferiore a 2,4 mm. In ogni caso dovranno rispondere alle prescrizioni di cui al punto 6.2.3.10 delle "norme tecniche per le costruzioni" emanate con D.M. del 14 settembre 2005.

Le barriere saranno classificate in base al "Livello di contenimento" come definito all'art. 4 delle "Istruzioni Tecniche" di cui all'Allegato al decreto del 1998. Per i vari tipi di strade, come da vigenti norme del CNR ed in rapporto al tipo di traffico, come definito all'art. 7 dell'"Istruzioni", la classe delle barriere da impiegarsi dovrà essere non inferiore a quelle riportate nella Tab. 32.

Tutte le barriere ed i dispositivi di ritenuta ed attenuazione di tutte le classi dovranno corrispondere ad un "indice ASI" ⁽¹⁰⁵⁾ minore od uguale ad 1; sarà ammesso un indice fino ad 1, 4, per le barriere ed i dispositivi destinati ad usi particolarmente pericolosi (v. Prospetto 3 della UNI EN 1317-2).

Le barriere, sia del tipo prefabbricato prodotto fuori opera o in stabilimento, sia del tipo costruito in opera, dovranno essere realizzate con le stesse caratteristiche di cui sopra, risultanti da una dichiarazione di conformità di produzione che nel caso di barriera con componentistica di più origini, dovrà riguardare ogni singolo componente strutturale.

Tale dichiarazione dovrà essere emessa dalla Ditta produttrice e sottoscritta dal suo Direttore Tecnico a garanzia della rispondenza del prodotto ai requisiti di cui al "Certificato di omologazione". L'attrezzatura posta in opera inoltre dovrà essere identificabile con il nome del produttore e la sigla di omologazione (tipo e numero progressivo) ⁽¹⁰⁶⁾.

Dovrà inoltre essere resa una dichiarazione di conformità di installazione nella quale il Direttore Tecnico dell'impresa installatrice garantirà la rispondenza dell'"eseguito" alle prescrizioni tecniche descritte nel certificato di omologazione. Queste dichiarazioni dovranno essere associate, a secondo dei casi, alle altre attestazioni, previste dalla normativa vigente in termini di controllo di qualità ed altro ⁽¹⁰⁷⁾ ⁽¹⁰⁸⁾.

5.4.5. Manufatti per graticciate

Saranno di norma costituiti di elementi prefabbricati in lamiera ondulata, zincata e forata, di dimensioni 2,10 m x 0,31 m, spessore 1,25 mm, con ondulazione di 38 mm di ampiezza e 6,3 mm di profondità. La foratura sarà obliqua rispetto alla verticale (con angolo di 25°) e composta di fori di 9 mm di diametro.

I paletti di sostegno saranno altresì in lamiera di acciaio zincata, piegata a freddo, con sezione ad "U" di 40 x 50 mm, spessore 2 mm ed altezza di 1 ÷ 1,30 m.

5.5. PRODOTTI DI ACCIAIO ZINCATI IN DISCONTINUO

Per i prodotti di acciaio rivestiti per immersione a caldo in discontinuo dovrà essere osservata la norma:

UNI EN ISO 1461 - Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi ed articoli di acciaio. Specificazioni e metodi di prova.

Lo spessore medio del rivestimento, per campioni non centrifugati dovrà essere non inferiore ai valori riportati nella presente tabella. Per l'accettazione, le superfici degli articoli dovranno risultare esenti da noduli, rugosità, parti

TAB. 32 - Barriere di sicurezza. Classificazione in base ai livelli di contenimento

Classe	Contenimento L _c	
N1	44	kJ (minimo)
N2	88	" (medio)
H1	127	" (normale)
H2	288	" (elevato)
H3	463	" (elevatissimo)
H4	572	" (per tratti ad alto rischio)

TAB. 33 - Prodotti di acciaio zincati per immersione a caldo. Spessori minimi del rivestimento medio

Articolo e suo spessore	Spessore medio del rivestimento (minimo) μm
Acciaio ≥ 6 mm	85
Acciaio ≥ 3 mm fino a 6 mm	70
Acciaio ≥ 1,5 mm fino a 3 mm	55

⁽¹⁰⁵⁾ L'indice ASI (Indice di Severità dell'Accelerazione) è definito all'art. 4 dell'Allegato al D.M. 3 giugno 1998 come modificato dal D.M. 11 giugno 1999

⁽¹⁰⁶⁾ Le barriere e gli altri dispositivi di ritenuta omologati ed installati su strada dovranno essere identificabili attraverso opportuno contrassegno, da apporre sulla barriera (almeno uno ogni 100 m) o sul dispositivo, e riportante la denominazione della barriera o del dispositivo omologato, il numero di omologazione ed il nome del produttore

⁽¹⁰⁷⁾ In osservanza della Circolare Min. LL.PP. 16 maggio 1996, n. 2357 "Fornitura e posa in opera di beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale" le barriere dovranno essere prodotte da Azienda specializzata e certificata ai sensi delle norme EN ISO 9001 e 9002.

⁽¹⁰⁸⁾ Si richiama la Determinazione dell'Autorità di Vigilanza sui LL.PP. 24 maggio 2001, n. 13 (G.U. n. 147/2001).

taglienti ed aree non rivestite. Inoltre ogni fornitura dovrà essere accompagnata da un certificato di conformità che faccia espresso riferimento alla norma superiormente riportata.

TAB. 34 - Acciaio zincato. Corrispondenza tra spessore e peso del rivestimento

Spessore (micron)	5	10	20	30	40	47	50	60	64	70	76	80	85	90	97	100	139	150	208
Peso (g/m ²)	36	72	144	216	288	335	360	432	458	504	549	596	610	648	702	720	1000	1080	1500

5.6. ACCIAIO INOSSIDABILE

Caratterizzato da un contenuto di cromo superiore al 12%, dovrà presentare elevata resistenza alla ossidazione ed alla corrosione e rispondere alle classifiche e prescrizioni di cui alle seguenti norme di unificazione:

UNI EN 10088-1 - Acciai inossidabili. Lista.

UNI EN 10088-2 - Condizioni tecniche di fornitura delle lamiere e dei nastri per impieghi generali.

Oltre alla classificazione UNI EN verrà anche usata abitualmente la classificazione AISI (American Iron and Steel Institute) per la quale si riporta a fianco una tabella di approssimativa corrispondenza.

TAB. 35 - Acciai inossidabili AISI ed UNI. Tabella di corrispondenza approssimativa

NOMENCLATURA AISI	NOMENCLATURA UNI
Serie 300	301 302 304 316
Serie 400	430 409L

Per la designazione si farà riferimento alla UNI EN 10027/1, specificando che trattasi di acciai designati per composizione chimica dove "X" sta per acciaio legato, il primo numero indica la percentuale di carbonio ed i numeri finali indicano i tenori degli elementi di lega, in %.

5.7. TUBI DI ACCIAIO

5.7.0. Generalità

Per le condizioni tecniche generali di fornitura vale la norma UNI EN 1002. I tubi saranno costituiti da acciaio non legato e dovranno corrispondere alle normative generali di unificazione di seguito riportate:

UNI EN 10216-1 - Tubi senza saldatura di acciaio per impianti a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 1. Tubi di acciaio non legato per impieghi a temperatura ambiente.

UNI EN 10217-1 - Idem. Tubi saldati.

I tubi dovranno risultare ragionevolmente dritti a vista e presentare sezione circolare entro le tolleranze prescritte; saranno privi di difetti superficiali (interni ed esterni) che possano pregiudicarne l'impiego: è ammessa la loro eliminazione purché lo spessore non scenda sotto il minimo prescritto. Tubi e relativi pezzi speciali dovranno inoltre avere la superficie interna ed esterna protetta con rivestimenti appropriati e specificati in Elenco. In ogni caso, qualunque sia il tipo di rivestimento, questo dovrà risultare omogeneo, continuo, ben aderente ed impermeabile.

5.7.1. Tubi di acciaio per impiantistica – Tubi zincati

Già commercialmente definiti "tubi gas", potranno essere impiegati, secondo prescrizione, nelle normali installazioni per condutture di acqua calda e fredda, impianti di riscaldamento, ecc. I tubi potranno essere senza saldatura o saldati e dovranno rispondere alle seguenti norme di unificazione:

UNI EN 10255 - Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura ed alla filettatura. Condizioni tecniche di fornitura.

UNI EN 10240- Rivestimenti protettivi interni o esterni per tubi di acciaio. Prescrizioni per rivestimenti di zincatura per immersione a caldo applicati in impianti automatici.

Il materiale sarà costituito di acciaio del tipo S195 T con carico unitario di rottura a trazione "Rm" di 320÷520 Mpa (N/mm²) ed allungamento minimo del 20%. Le tolleranze sulle masse e sugli spessori delle pareti saranno conformi ai valori riportati nella superiore norma.

5.7.2. Tubi per condotte

Saranno costituiti da acciaio non legato, classificato secondo EN 10020 e potranno essere senza saldatura o saldati (¹⁰⁹); in tutti i casi dovranno rispondere alle prescrizioni delle seguenti norme di unificazione (¹¹⁰):

UNI EN 10224- Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di liquidi acquosi inclusa l'acqua per il consumo umano. Condizioni tecniche di fornitura.

UNI EN 10311- Giunzioni per la connessione di tubi e raccordi di acciaio per il trasporto di acqua ed altri liquidi acquosi.

La designazione dell'acciaio adoperato sarà costituita dal numero della superiore norma o dal numero dell'acciaio in conformità alla EN 10027-1 (¹¹¹) e al CR 10260 o dal numero dell'acciaio in conformità alla EN 10027-2.

L'acciaio adoperato dovrà possedere, in rapporto al tipo, le caratteristiche meccaniche riportate nella Tab. 36. Per i diametri esterni e gli spessori ad essi correlati, si farà riferimento alla Tab. 21.

TAB. 36 - Tubi di acciaio per condotte. Caratteristiche meccaniche

QUALITÀ DI ACCIAIO	PROVA DI TRAZIONE			
	Carico unitario di rottura R_m (Mpa)	Carico unitario di snervamento $T \leq 16$ mm $T > 16$ mm R_e (Mpa)		Allungamento long. trasv. %
L 235	360 – 500	235	225	25 23
L 275	430 – 570	275	265	21 19
L 355	500 – 650	355	345	21 19

I tubi ed i raccordi dovranno essere privi di difetti superficiali interni ed esterni che possano essere rilevati da un esame visivo; ove presenti, tali difetti dovranno poter essere riparabili, a meno che non incidano negativamente sullo spessore minimo prescritto. Le saldature di tutti i tubi e raccordi dovranno dimostrarsi integre (v. requisiti di cui ai punti 10.4 e 10.5 della norma). I tubi inoltre non dovranno scostarsi dalla rettilineità di più dello 0,2% della lunghezza totale misurata al centro dello spezzone di tubo.

Con riguardo alle tolleranze sui diametri, queste saranno: per i tubi senza saldatura, $\pm 1\%$ del diametro, con un minimo di $\pm 0,5$ mm; per i tubi del tipo BW (saldati testa a testa) e del tipo EW (saldati elettricamente), $\pm 1\%$ del diametro, con un minimo di $\pm 0,5$ mm (per $D_e \leq 219,1$ mm) e $0,75\%$ del diametro, con $D_e > 219,1$ mm; per i tubi saldati ad arco sommerso, $\pm 0,75\%$ del diametro, con un massimo di ± 6 mm per diametri fino a 2032 mm compresi.

Tutte le prove e le riprove relative alla verifica dell'idoneità dei tubi dovranno essere eseguite presso lo stabilimento produttore ed in conformità alla UNI EN 10224. Tali prove, che l'Amministrazione appaltante potrà richiedere eseguite in presenza di un proprio rappresentante, saranno:

- Prova di tenuta alla pressione idraulica interna (prova idrostatica):* sarà eseguita ad una pressione di prova di 70 bar ovvero, secondo specifica, in base ad una delle due opzioni previste al punto 10.3.2 della norma; la durata della prova dovrà essere non inferiore a 10 secondi. Ove il controllo sia di tipo elettromagnetico, il riferimento sarà fatto alla norma EN 10246-1.
- Prova di trazione:* sarà eseguita in conformità alla EN 10002-1 con la determinazione dei seguenti parametri: resistenza a trazione R_m , carico unitario di snervamento superiore R_eH e l'allungamento percentuale dopo rottura (v. UNI EN 10224, punto 10.2.1).

TAB. 37 - Relazione tra diametro esterno e dimensione nominale (DN)

Diametro esterno mm	DN	Diametro esterno mm	DN
26,9	20	273	250
33,7	25	323,7	300
42,4	32	355,6	350
48,3	40	406,4	400
60,3	50	457	450
76,1	65	508	500
88,9	80	610	600
114,3	100	711	700
139,7	125	813,0	800
168,3	150	914,0	900
219,1	200	1016,0	1000

Per DN > 1000 mm v. l'App. B della UNI EN 10224

¹⁰⁹) Processi di fabbricazione: senza saldatura (S); con saldatura testa a testa (BW); con saldatura elettrica (EW); con saldatura ad arco sommerso (SAW). Le saldature dei tubi saldati testa a testa dovranno essere longitudinali, mentre le altre potranno essere longitudinali o elicoidali. La zona di saldatura dei tubi saldati elettricamente dovrà essere sottoposta a trattamento termico.

¹¹⁰) La norma è valida per dimensioni trasversali dei tubi da 26,9 mm a 2743 mm.

¹¹¹) La designazione simbolica dell'acciaio è costituita dalla lettera maiuscola L (tubi per condotte) e dal carico unitario di snervamento minimo in MPa (N/mm^2).

c) - *Prova di schiacciamento*: sarà eseguita in conformità alla norma EN 10234.

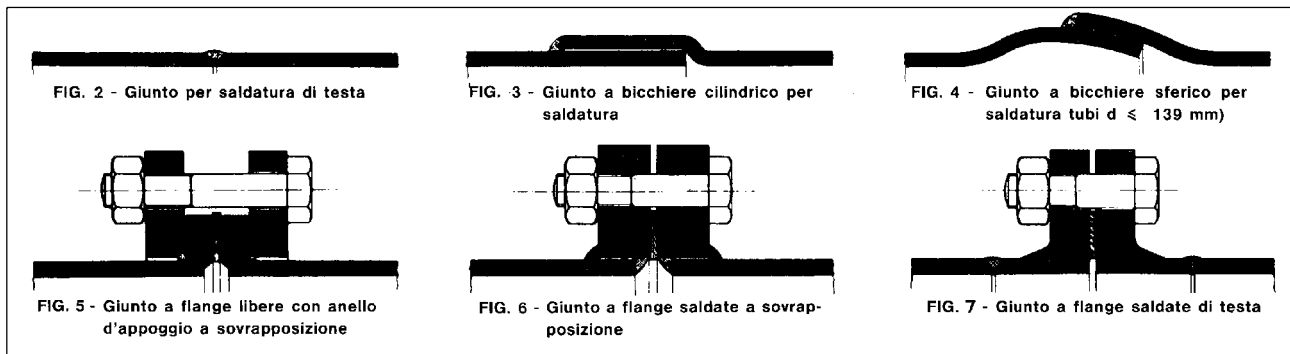
d) - *Controllo non distruttivo delle saldature*: da effettuarsi sull'intera lunghezza delle saldature con metodi ultrasonici, elettromagnetici, radiografici, ecc., sarà eseguito con riferimento alla normativa richiamata al punto 10.4 della norma.

I tubi ed i raccordi potranno essere forniti a nudo o con protezione temporanea di fabbrica o rivestiti internamente ed esternamente secondo prescrizione: i rivestimenti interni potranno essere di malta di cemento, di tipo epossidico, termoplastico o zincato a caldo; quelli esterni di tipo bituminoso (diversamente armato), catramoso, epossidico, polipropilenico o zincato a caldo. Per la relativa normativa si farà riferimento alle EN 10288, 10240, 10289, 10290, 10298, 10310, EN ISO 1461.

Ogni tubo e raccordo dovrà essere marcato in modo leggibile mediante stampigliatura o altro tipo di marcatura indelebile, con le seguenti informazioni: norme o marchio di identificazione del fabbricante; riferimento alla norma; designazione dell'acciaio; sigla (S e W) secondo che sia senza saldatura o saldato. La marcatura del tubo dovrà iniziare non oltre 300 mm da un'estremità.

I giunti saranno, secondo prescrizione, in uno dei tipi previsti dall'Appendice C della norma: a *bicchiere* da saldare (cilindrico o parallelo, conico o sferico), a *collare* da saldare, a *flange* nei vari tipi riportati in figura, a *manicotto scorrevole* (tipo Gibault), ad *innesto rapido con guarnizione* o ancora di tipo *speciale*. Per le guarnizioni sarà fatto riferimento alla norma UNI EN 10311⁽¹¹²⁾.

I tubi ed i relativi pezzi speciali dovranno essere marcati CE in conformità delle disposizioni dell'Appendice ZA della norma UNI EN 10224.



5.7.3. Tubi per condotte di gas naturale (metanodotti)

Dovranno essere costituiti con acciaio di qualità ottenuto al forno elettrico o al forno Martin Siemens calmato e potranno essere con o senza saldatura longitudinale. Se saldati, la saldatura dovrà essere eseguita a macchina con procedimento elettrico a scintillio od a resistenza o automatico ad arco sommerso ovvero con procedimento in continuo.

In ogni caso dovranno risultare conformi alle norme e prescrizioni di seguito riportate⁽¹¹³⁾ ⁽¹¹⁴⁾:

UNI EN 10208-1 – Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili. Condizioni tecniche di fornitura. Classe A.

UNI EN 10208-2 – Idem. Tubi della classe B.

D.M. 24 nov. 1984 – Norme di

TAB. 38 - Tubi di acciaio UNI 10208-1 per metanodotti. Caratteristiche fisiche

Diametro esterno D (mm)	Spessore (mm)																
	2,3	2,6	2,9	3,2	3,6	4,0	4,5	4,8	5,0	5,6	5,9	6,3	7,1	8,0	8,8	9,5	10,0
	Masse, Kg/m																
28,9	1,40	1,56	1,72														
33,7	1,78	1,99	2,20	2,41	2,67	2,93											
42,4	2,27	2,55	2,82	3,09	3,44	3,79											
48,3	2,61	2,93	3,25	3,56	3,97	4,37											
60,3	3,29	3,70	4,11	4,51	5,03	5,55	6,19	6,57	6,83	7,55	7,9	8,39	9,31	10,3	11,2	11,9	12,4
76,1	4,19	4,71	5,24	5,75	6,44	7,11	7,95	8,44	8,77	9,74	10,2	10,8	12,1	13,4	14,6	15,6	16,3
88,9	4,91	5,53	6,15	6,76	7,57	8,37	9,37	9,96	10,3	11,5	12,1	12,8	14,3	16,0	17,4	18,6	19,5
101,6	5,63	6,35	7,06	7,77	8,70	9,63	10,8	11,5	11,9	13,3	13,9	14,8	16,5	18,5	20,1	21,6	22,6
114,3	6,35	7,16	7,97	8,77	9,83	10,9	12,2	13,0	13,5	15,0	15,8	16,8	18,9	21,0	22,9	24,6	25,7
139,7			9,78	10,8	12,1	13,4	15,3	15,9	16,6	18,5	19,5	20,7	23,2	25,9	28,4	30,5	31,9
168,3			11,8	13,0	14,6	16,2	18,2	19,4	20,1	22,5	23,6	25,2	28,2	31,6	34,6	37,2	39,0
219,1				17,0	19,1	21,2	23,8	25,4	26,4	29,5	31,0	33,1	37,1	41,6	45,6	49,1	51,6
273					23,9	26,5	29,8	31,7	33,0	36,9	38,9	41,4	46,6	52,3	57,3	61,7	64,9
323,9						31,6	35,4	37,8	39,3	44,0	46,3	49,3	55,5	62,3	68,4	73,7	77,4
355,6							39,0	41,5	43,2	48,3	50,9	54,3	61,0	68,6	75,3	81,1	85,2
406,4							44,6	47,5	49,5	55,4	58,3	62,2	69,9	78,6	86,3	93,0	97,8
457								53,5	55,7	62,3	65,6	70,0	78,8	88,6	97,3	104,8	110,2
508										69,4	73,1	77,9	87,7	98,6	108,0	116,8	122,8
610											87,9	93,8	105,6	118,8	130,5	140,7	148,0
660											95,2	101,6	114,3	128,6	141,3	152,4	160,3
711											109,5	123,2	138,7	152,4	164,3	172,9	179,9
762											117,4	132,2	148,7	163,5	176,3	185,4	192,9
813											125,3	141,1	158,8	174,5	188,2	198,0	205,9

⁽¹¹²⁾ La produzione corrente prevede l'impiego del giunto a bicchiere cilindrico per saldatura per $\phi \leq 139,7$ mm, del giunto a bicchiere sferico per $\phi > 139,7$ mm e del giunto per saldatura di testa su richiesta

⁽¹¹³⁾ Le norme delle UNI EN 10208 devono ritenersi prevalenti rispetto alle prescrizioni della circolare n. 56, fatte salve prescrizioni più restrittive della stessa.

⁽¹¹⁴⁾ Per i tubi di classe C si farà riferimento alla UNI EN 10208-3.

sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8.

L'acciaio impiegato per i tubi dovrà rispondere ai limiti di composizione riportati nei prospetti 2 e 3 della UNI EN 10208-1 per i tubi di classe A e nei prospetti 3 e 4 della UNI EN 10208-2 per quelli della classe B.

La designazione dell'acciaio farà riferimento alle UNI EN 10027.

L'acciaio inoltre dovrà presentare caratteristiche meccaniche e tecnologiche come da prospetto 4 e 5 rispettivamente della UNI EN 10208-1 e della UNI EN 10208-2.

Gli spessori teorici dei tubi dovranno essere correlati alle massime pressioni di esercizio secondo le formulazioni e le specifiche di cui ai punti 2.2 e 3.2 del D.M. sopra citato. In ogni caso lo spessore dei tubi, in rapporto al diametro esterno De non dovrà essere inferiore a: 1,8 mm, per De fino a 300 mm; 2,3 mm per De oltre 30 e fino a 65 mm; 2,6 mm, per De oltre 65 e fino a 160 mm; 3,5 mm, per De oltre 160 e fino a 325 mm; 4,5 mm, per De oltre 325 e fino a 450 mm; 1% De per De oltre 450 mm.

I tubi dovranno avere la massima lunghezza compatibile con le esigenze di trasporto e di posa e, di norma non inferiore a 8 m; non saranno ammessi tubi accoppiati mediante saldatura trasversale. Le tolleranze sul diametro esterno e sullo spessore saranno conformi ai relativi prospetti riportati nella normativa di riferimento.

I tubi saldati con spessore superiore a 3,2 mm dovranno essere obbligatoriamente sottoposti a trattamento termico nella zona di giunzione, alla temperatura di $880 \div 920$ °C al fine di ripristinare la struttura ferriticoperlitica del materiale base; per i tubi di spessore fino a 3,2 mm tale trattamento di normalizzazione non sarà obbligatorio a condizione che l'acciaio sia calmato all'alluminio a grana fine e la durezza Vickers, non risulti superiore a 240 HV.

Tutte le prove e le riprove saranno eseguite presso lo stabilimento produttore che dovrà rilasciare certificazioni secondo la normativa precedentemente richiamata. Prove e controlli (analisi chimica, prova di trazione, di piegamento, di schiacciamento e prova idrostatica) saranno effettuati secondo le particolari metodologie riportate negli appositi capitoli della specifica normativa di riferimento. Lo stesso dicasi per la marcatura.

I tubi da impiegare per condotte da interrare o immergere dovranno essere protetti esternamente con rivestimento bituminoso pesante realizzato come di seguito:

- *strato di fondo*: pellicola di bitume ottenuta a freddo per verniciatura;
- *1° strato protettivo*: miscela bituminosa con $70 \pm 5\%$ di bitume ossidato e $30 \pm 5\%$ di polvere di ardesia o di microfibra minerale;
- *1° strato di armatura*: feltro di vetro «tipo 9» impregnato di miscela bituminosa;
- *2° strato di armatura*: tessuto di vetro «tipo 8» impregnato di miscela bituminosa;
- *strato di finitura*: pellicola di idrato di calcio.

Ogni fornitura di tubi dovrà essere accompagnata da apposita dichiarazione di conformità alla normativa vigente rilasciata dallo stabilimento produttore.

5.8. PRODOTTI GRIGLIATI ELETTROSALDATI E/O PRESSATI

Potranno essere costituiti da pannelli per piani di calpestio e carrabili o da gradini per scale e rampe e dovranno rispondere, per requisiti, metodi di prova, campionamento e criteri di accettazione, alla normativa della serie sottoindicata:

UNI 11002 - Pannelli e gradini di grigliato elettrosaldato e/o pressato. Terminologia, tolleranze, requisiti e metodi di prova (1÷3).

5.9. GHISA E PRODOTTI DI GHISA

5.9.1. Ghisa grigia per getti

Dovrà rispondere alle prescrizioni di cui alla norma di unificazione UNI EN 1561. La ghisa dovrà essere di seconda fusione, a grana fine, grigia, compatta, esente da bolle, scorie, gocce fredde ed altri difetti. Il materiale dei getti dovrà essere compatto e lavorabile alla lima ed allo scalpello in tutte le parti. I singoli pezzi dovranno uscire perfetti di fusione, a superficie liscia e dovranno essere accuratamente sbavati e liberati dalla sabbia di formazione.

5.9.2. Ghisa malleabile per getti

Dovrà rispondere alle prescrizioni di cui alla norma di unificazione UNI EN 1562. I getti di ghisa malleabile dovranno potersi lavorare a freddo, avere spigoli vivi, essere esenti da soffiature e difetti in genere e presentare superficie liscia e pulita.

5.9.3. Ghisa a grafite sferoidale per getti

Dovrà rispondere alle perscrizioni di cui alla norma EN 1563.

5.9.4. Tubi di ghisa grigia per condotte d'acqua

Saranno ammessi, salvo diversa specifica, unicamente in tratte di sostituzione di condotte di analogo materiale.

I tubi dovranno rispondere, per le caratteristiche qualitative e di fabbricazione, alle prescrizioni delle relative norme UNI, e in particolare, alle norme da UNI 5336 ad UNI 5340. I tubi saranno costituiti da ghisa di seconda fusione, centrifugata e ricotta e, al pari dei pezzi speciali, saranno esenti da difetti di lavorazione e/o superficiali che ne possano pregiudicare la funzionalità e la durata.

Salvo diversa indicazione, tubi, raccordi e pezzi speciali saranno catramati o bitumati a caldo sia internamente che esternamente e tale strato protettivo, che dovrà risultare continuo e ben aderente, non dovrà contenere sostanze solubili nell'acqua convogliata né dovrà pregiudicarne, qualora potabile, i caratteri organolettici.

Le dimensioni e le masse dovranno corrispondere a quelle indicate nelle rispettive unificazioni dimensionali entro i limiti di tolleranza di cui al punto 8 della UNI 5336. I tubi dovranno essere diritti ⁽¹¹⁵⁾; inoltre, unitamente ai raccordi e pezzi speciali, dovranno potere essere tagliati, forati e lavorati. I prodotti saranno comunque considerati accettabili se la durezza Brinell HB, misurata a metà dello spessore, non supererà il valore di 215 kgf/mm² ⁽¹¹⁶⁾. I tubi potranno essere richiesti nella gamma di diametri nominali da DN 50 a DN 600 mm ⁽¹¹⁷⁾ e nelle tre classi LA, A e B di cui alle norme richiamate ⁽¹¹⁸⁾. I manufatti saranno sottoposti a prove idrauliche di tenuta ed a prove meccaniche ⁽¹¹⁹⁾. I giunti tra i vari tubi potranno essere di tipo rigido (a piombo) od elastico ⁽¹²⁰⁾; in quest'ultimo caso le guarnizioni che verranno fornite con i tubi saranno fabbricate con tipi di gomma resistenti sia all'invecchiamento che alla corrosione.

5.9.5. Tubi di ghisa sferoidale per condotte d'acqua

Dovranno essere prodotti, unitamente ai raccordi e pezzi speciali, con ghisa di tipo sferoidale ⁽¹²¹⁾ di durezza Brinell non maggiore di 230 HB per i tubi e di 250 HB per i raccordi ed accessori; dovranno inoltre rispondere, per ulteriori caratteristiche di qualità e di fabbricazione, alla norma.

UNI EN 545 - Tubi, raccordi e pezzi accessori di gisa sferoidale e loro assemblaggi per condotte d'acqua. Prescrizioni e metodi di prova.

Salvo diversa prescrizione, i tubi saranno ottenuti per colata mediante centrifugazione in conchiglia e sottoposti, in seguito, a trattamento di ricottura e di ferritizzazione. Il rivestimento sarà effettuato internamente mediante malta

⁽¹¹⁵⁾ Alla prova di rotolamento su due guide distanti circa 2/3 della lunghezza dei tubi stessi, la freccia di incurvamento massima, espressa in millimetri, non dovrà essere maggiore di 1,25 volte la lunghezza dei tubi stessi, espressa in metri.

⁽¹¹⁶⁾ La durezza Brinell HB superficiale dei tubi colati mediante centrifugazione in conchiglia non dovrà del pari superare il valore di 230 kgf/mm² (2300 N/mm²).

⁽¹¹⁷⁾ Gamme intermedie: DN 60-65-80-100-125-150-200-250-300-350-400-500 mm.

⁽¹¹⁸⁾ Si definiscono tubi di classi LA, A e B, quelli aventi spessori di parete rispettivamente di: $s = 10/12 (7 + 0,02DN)$, $s = 11/12 (7 + 0,02DN)$, $s = 12/12 (7 + 0,02 DN)$. I tubi di classe A e B risultano pertanto maggiorati del 10 e del 20% rispetto a quelli della serie normale LA.

⁽¹¹⁹⁾ Le prove meccaniche potranno essere di flessione o di trazione. Per i tubi colati per centrifugazione in conchiglia metallica le prove potranno essere effettuate su anelli per tubi con diametro nominale fino a DN300 e su provette di trazione per tubi con DN oltre 300. Per i tubi colati per centrifugazione in forme di sabbia le prove, per tutti i diametri, si effettueranno su provette di trazione.

⁽¹²⁰⁾ Il giunto elastico potrà essere del tipo con sola guarnizione in gomma, del tipo con guarnizione in gomma e controflangia a bulloni, od infine del tipo con guarnizione in gomma e ghiera premi-guarnizione avvitata.

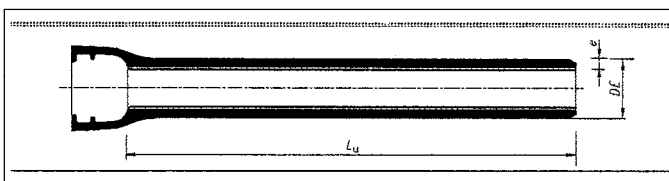
⁽¹²¹⁾ La ghisa sferoidale (GS) si differenzia dalla ghisa grigia (GG) non tanto per il contenuto in carbonio, che è pressoché uguale nelle due leghe (rispettivamente del 3,75% e del 3,65%), quanto per la configurazione nettamente diversa dei cristalli di grafite, ottenuta mediante l'introduzione nella lega di una piccolissima quantità di magnesio (0,03%).

La ghisa sferoidale utilizzata per la produzione di tubi e raccordi dovrà avere le seguenti caratteristiche di resistenza meccanica: resistenza minima alla trazione di circa 42 kgf/mm²; allungamento minimo a rottura del 10% (tubi) e del 5% (raccordi); durezza Brinell non superiore a 230 HB (tubi) ed a 250 HB (raccordi).

cementizia (con cemento d'alto forno e spessore normale di 3 mm per i tubi della gamma DN 350÷600) ed esternamente mediante vernice bituminosa (spessore \geq 40 microns). Il rivestimento interno non dovrà contenere alcun elemento solubile in acqua né, per le condotte d'acqua potabile, elementi di natura tossica.

Per i tubi della gamma DN 80÷300 potrà essere richiesto anche un rivestimento esterno primario di zinco elettrolitico, applicato a mezzo di pistole elettriche o altri idonei sistemi (spessore degli strati di zinco + vernice bituminosa \geq 60 microns). I raccordi dovranno essere rivestiti, sia internamente che esternamente, con vernici bituminose date a bagno.

FIG. 8 - Tubi di ghisa sferoidale per condotte UNI EN 545



Tutti i tubi dovranno portare, ottenuti di fusione o riportati con pittura o stampaggio a freddo, i contrassegni relativi al marchio di fabbrica, all'anno di fabbricazione, al tipo di ghisa (nel caso, sferoidale) e al diametro nominale DN; inoltre il riferimento alla norma UNI EN 545 ed, eventualmente, la classe di spessore (se diversa da K9) e l'identificazione della certificazione da parte di terzi.

Le dimensioni dei tubi e dei raccordi dovranno rispondere a quelle indicate nelle rispettive specificazioni dimensionali, entro i limiti di tolleranza di cui al punto 4.2 della UNI EN 545. Lo spessore nominale "e" sarà calcolato in funzione del diametro nominale DN ⁽¹²²⁾.

I manufatti saranno sottoposti a prova idraulica di tenuta ed a prove meccaniche di trazione e di durezza Brinel (sulla superficie esterna). La prova idraulica sarà effettuata, su tubi e raccordi, con le modalità di cui al punto 6.5 della norma UNI EN citata ⁽¹²³⁾. La pressione minima di prova, per i tubi centrifugati con k \geq 9, sarà di: 50 bar per DN 40 ÷ 300; 40 bar per DN 350 ÷ 600; 32 bar per DN 700 ÷ 1000; 25 bar per DN 1100 ÷ 2000. Per i tubi con k < 9, sarà fatto riferimento al prospetto 13 della norma.

I tubi saranno provati idraulicamente in officina per la durata totale del ciclo di pressione di almeno 15 s, compresi 10 s alla pressione di prova.

I raccordi dovranno essere sottoposti in officina ad un controllo di tenuta stagna, effettuata con aria sotto pressione di 1 bar oppure con acqua, ad una pressione di 25 bar per i raccordi della gamma DN 40÷300, di 16 bar per i raccordi della gamma DN 350÷600 e di 10 bar per i raccordi della gamma DN 700÷2000.

Durante la prova di tenuta, che avrà la durata di almeno 15 s, non si dovranno constatare fuoriuscite di aria o acqua, né porosità o altri difetti di sorta.

I tubi per condotte di gas, oltre alla prova idraulica, dovranno essere sottoposti in officina ad una particolare prova di tenuta effettuata con aria alla pressione di 1,3 volte la pressione di esercizio della condotta, con un minimo di 1 bar ed un massimo di 6 bar. Per tali tubi sarà fatto riferimento alla UNI EN 969.

La prova di trazione dovrà fornire risultati conformi al Prospetto 7 della UNI-EN 545, in particolare un carico unitario di rottura «Rm» non inferiore a 420 N/mm² per i tubi centrifugati e per i raccordi. La prova di durezza Brinell HB dovrà essere eseguita secondo le modalità della ISO/R 79 (UNI 560), con una sfera di

TAB. 39 - Tubi a bicchiere di ghisa sferoidale per condotte. Diametri nominali, diametri esterni, spessori e relative tolleranze

DN	Diametro esterno DE mm		Spessore del tubo propriamente detto (ghisa) "e" mm		
	Nominale	Tolleranza	K9	K10	Tolleranza
40	56	+ 1/-1,2	6,0	6,0	- 1,3
50	66	+ 1/-1,2	6,0	6,0	- 1,3
60	77	+ 1/-1,2	6,0	6,0	- 1,3
65	82	+ 1/-1,2	6,0	6,0	- 1,3
80	98	+ 1/-2,7	6,0	6,0	- 1,3
100	118	+ 1/-2,8	6,0	6,0	- 1,3
125	144	+ 1/-2,8	6,0	6,2	- 1,4
150	170	+ 1/-2,9	6,0	6,5	- 1,5
200	222	+ 1/-3,0	6,3	7,0	- 1,5
250	274	+ 1/-3,1	6,8	7,5	- 1,6
300	326	+ 1/-3,3	7,2	8,0	- 1,6
350	378	+ 1/-3,4	7,7	8,5	- 1,7
400	429	+ 1/-3,5	8,1	9,0	- 1,7
450	480	+ 1/-3,6	8,6	9,5	- 1,8
500	532	+ 1/-3,8	9,0	10,0	- 1,8
600	635	+ 1/-4,0	9,9	11,0	- 1,9
700	738	+ 1/-4,3	10,8	12,0	- 2,0
800	842	+ 1/-4,5	11,7	13,0	- 2,1
900	945	+ 1/-4,8	12,6	14,0	- 2,2
1.000	1.048	+ 1/-5,0	13,5	15,0	- 2,3
1.100	1.152	+ 1/-6,0	14,4	16,0	- 2,4
1.200	1.255	+ 1/-5,8	15,3	17,0	- 2,5
1.400	1.462	+ 1/-6,6	17,1	19,0	- 2,7
1.500	1.565	+ 1/-7,0	18,0	20,0	- 2,8
1.600	1.668	+ 1/-7,4	18,9	21,0	- 2,9
1.800	1.875	+ 1/-8,2	20,7	23,0	- 3,1
2.000	2.082	+ 1/-9,0	22,5	25,0	- 3,3

⁽¹²²⁾ Lo spessore normale dei tubi e dei raccordi deve essere calcolato in funzione del loro diametro nominale mediante l'espressione: $s = k (0,5 + 0,001 DN)$ con k = 9 ÷ 10 rispettivamente per i tubi del prospetto 14 della UNI 545. K è un coefficiente utilizzato per la determinazione della classe di spessore. È scelto da una serie di numeri interi... 8, 9, 10, 11, 12, ...

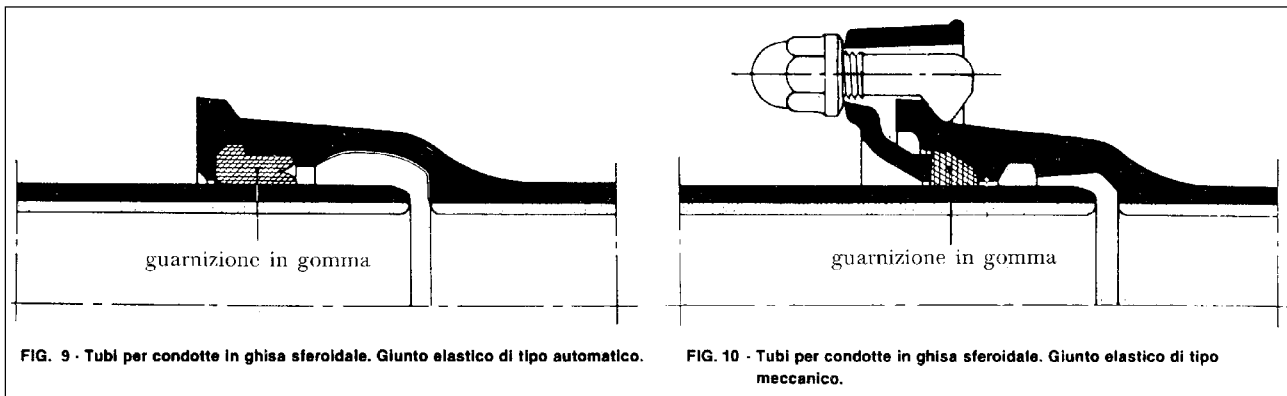
⁽¹²³⁾ La prova idraulica dovrà essere eseguita durante il ciclo di produzione su tutti i tubi ed i raccordi. Qualora i controlli e le prove fossero effettuate in un periodo successivo, su singole partite già pronte per la consegna, la prova idraulica sarà ripetuta su un quantitativo di almeno il 10% del numero di elementi costituenti le singole partite.

acciaio del diametro di 10 o di 5 mm.

I tubi avranno di norma un'estremità a bicchiere per giunzione a mezzo di anello in gomma. I giunti potranno essere del tipo automatico (Fig. 9) ⁽¹²⁴⁾ o del tipo meccanico (Fig. 10) ⁽¹²⁵⁾; in ogni caso dovranno consentire piccoli spostamenti angolari e longitudinali dei tubi senza compromettere la perfetta tenuta (v. i punti 5.2.1 e 5.3 della norma).

Le dimensioni dei tubi (a bicchiere od a flangia), dei raccordi e degli accessori tutti dovranno essere conformi a quelle riportate al punto 9 della UNI EN 545.

Le guarnizioni di gomma ⁽¹²⁶⁾ da impiegarsi nei vari tipi di giunti dovranno essere ad anello con sezione trasversale della forma particolare adottata dalla Ditta produttrice dei tubi. Ogni guarnizione dovrà riportare il marchio del fabbricante, il DN, il tipo di giunto e di impiego cui si riferisce, nonché la settimana e l'anno di fabbricazione. Gli anelli saranno fabbricati per stampaggio e convenientemente vulcanizzati; non saranno ammesse saldature, fatta eccezione per gli anelli di grande diametro (a condizione però che rimangano inalterate le caratteristiche qualitative e venga assicurata comunque la tenuta del giunto). L'acciaio adoperato dovrà possedere, in rapporto al tipo, le caratteristiche meccaniche riportate.



5.9.6. Tubi di ghisa sferoidale per fognatura

Dovranno rispondere alle prescrizioni della seguente norma di unificazione:

UNI EN 598 - Tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per fognatura. Prescrizioni e metodi di prova.

Tubi e relativi raccordi avranno dimensioni nominali unificate *DN* di 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 500, 600, 700 ... 1200, 1400, 1500, 1600, 1800, 2000 e lunghezze unificate di 5,0 e 5,5 o 6,0 per *DN* fino a 600, di 5,5 o 6,0 o 7,0 per *DN* di 700 ed 800, di 6,0 o 7,0 o 8,15 per *DN* da 900 a 1400, l'ultima dimensione valendo per diametri superiori. Avranno resistenza a trazione *R_m* non inferiore a 420 Mpa, e durezza Brinell non maggiore di 230 HB per i tubi e 250 HB per i raccordi ed accessori. Le tolleranze e le altre caratteristiche dimensionali faranno riferimento al punto 4.2 della norma. Per le guarnizioni di gomma sarà fatto riferimento alla ISO 4633.

I rivestimenti interni ed esterni saranno come da prescrizione ⁽¹²⁷⁾. Ove non specificato i tubi dovranno essere forniti con:

- un rivestimento esterno di zinco, con massa non inferiore a 130 g/m², con strato di finitura bituminoso o resina sintetica;
- un rivestimento interno di malta di cemento alluminoso;

⁽¹²⁴⁾ Nel tipo automatico la tenuta sarà assicurata sia dalla reazione elastica di deformazione dell'anello di guarnizione in gomma, sia dall'aderenza della gomma generata dalla pressione dell'acqua.

⁽¹²⁵⁾ Nel tipo meccanico la tenuta sarà assicurata dal bloccaggio della gomma contro un'apposita sede ricavata nel bicchiere del tubo. Il bloccaggio verrà realizzato all'atto del montaggio mediante la compressione esercitata da una controflangia opportunamente sagomata e serrata meccanicamente sul bicchiere mediante appositi bulloni.

⁽¹²⁶⁾ Per le caratteristiche generali v. anche il punto 58.2. del presente Capitolato.

⁽¹²⁷⁾ Tra rivestimenti prescrivibili: Esterni: zinco con strato di finitura, manicottato o meno con polietilene; polietilene estruso; polipropilene estruso; poliuretano; malta di cemento con fibre. Interni: malta di cemento di alto forno; poliuretano; polietilene; resina epossidica. Il tutto conformemente alle norme EN o ISO o norme nazionali.

- un rivestimento esterno a base di resina epossidica sulle superfici di estremità che possono venire a contatto con gli effluenti (superficie interna del bicchiere e superficie esterna dell'estremità liscia).

5.9.7. Tubi di ghisa sferoidale per condotte di gas

Dovranno rispondere alle prescrizioni della seguente norma di unificazione (valida per tubi, raccordi ed accessori fabbricati con estremità a bicchiere, flangiate oppure lisce, destinati a giunzione mediante vari tipi di guarnizione ed idonei per temperature da -15 °C a $+50\text{ °C}$):

UNI EN 969 - Tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggio per condotte di gas. Prescrizioni e metodi di prova.

Tubi e raccordi avranno dimensioni nominali unificate *DN* di 40, 50, 60, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 250 ... 500 e 600 e caratteristiche funzionali come riportate nelle Appendici A e B della norma. Lo spessore delle pareti sarà inferiore a 6 mm (7 mm per i tubi non centrifugati ed i raccordi) con tolleranze come indicato nel prospetto 1 della stessa norma. La lunghezza dei tubi a bicchiere sarà di 3 m, 5 m, 5,5 m o 6 m secondo prescrizione, con una tolleranza di ± 100 mm; quella dei tubi flangiati sarà riferita al prospetto 2. I tubi dovranno essere diritti, con uno scostamento massimo pari allo 0,125% della loro lunghezza. Per la resistenza a trazione minima, la durezza Brinell ed i rivestimenti si rimanda a quanto specificato al precedente punto 46.9.6.

I tubi ed i raccordi dovranno essere progettati per risultare a tenuta idraulica alla loro pressione di funzionamento ammissibile (PFA); saranno provati in conformità al punto 6.5 della norma e non dovranno mostrare perdite visibili o trasudamenti, né alcun altro sintomo di cedimento.

Tutti i giunti dovranno risultare completamente elastici; di conseguenza lo scostamento angolare ammissibile dichiarato dal fabbricante non dovrà essere minore di: $3^{\circ} 30'$ per *DN* da 40 a 300; $2^{\circ} 30'$ per *DN* da 350 a 600. I giunti antisfilamento dovranno risultare alcune semielastici, con scostamento angolare non inferiore al 50% del valore dei giunti elastici.

Per quanto riguarda la resistenza alla flessione longitudinale dei tubi e quella diametrale, si rinvia alle Appendici A e B della norma. Per quanto riguarda la marcatura, tubi e raccordi dovranno riportare in modo leggibile e durevole: il nome o marchio del fabbricante, l'identificazione dell'anno di fabbricazione e del tipo di ghisa (sferoidale), il *DN*, l'identificazione della certificazione di qualità, la designazione della classe dei tubi centrifugati (se diversa da *k9*), il riferimento alla norma.

Art. 6 METALLI DIVERSI

6.0. GENERALITÀ

Tutti i materiali da impiegare nelle costruzioni, e le relative leghe, dovranno essere della migliore qualità, ottimamente lavorati e scevri di ogni impurità o difetto che ne vizino la forma o ne alterino la resistenza e la durata.

6.1. STAGNO E SUE LEGHE

Dovranno essere conformi alla normativa UNI EN 610 (Lingotti) e UNI 10368 (Leghe per saldature e rivestimenti).

6.2. ZINCO E SUE LEGHE

Dovranno essere conformi alla normativa UNI EN 1179. Le lamiere (UNI 4201), i nastri (UNI 4202), i fili ed i tubi dovranno avere superfici lisce, regolari, privi di scaglie, rigature, vaiolature, corrosioni, striature. Gli elementi per coperture in lamiera di zinco non autoportante dovranno rispondere alla norma UNI EN 501.

6.3. RAME E SUE LEGHE - PRODOTTI

6.3.1. Tubi

Dovranno essere di rame Cu-DHP (disossidato al fosforo) e fabbricati con procedimento senza saldatura. Potranno essere forniti sia allo stato incrudito, in verghe, sia allo stato ricotto, in rotoli. In ogni caso dovranno essere conformi alla seguente norma:

UNI EN 1057 - Rame e leghe di rame. Tubi rotondi di rame senza saldatura per acqua e gas nelle applicazioni sanitarie e di riscaldamento.

I tubi presenteranno residuo carbonioso sulla superficie interna non superiore a 0,2 mg/dm² e resistenza a trazione non inferiore a 220 MPa per il tipo ricotto (R 220), a 250 MPa per il tipo semiduro (R 250) ed a 290 MPa per il tipo duro (R 290). Le relative prove saranno effettuate secondo quanto riportato al punto 8 della norma.

I tubi di diametro da 10 mm e fino a 54 mm dovranno essere marcati in modo indelebile sulla lunghezza ad intervalli ripetuti non maggiori di 600 mm, coi seguenti dati: riferimento alla norma (EN 1057), dimensioni nominali: diametro esterno □ spessore, identificazione, con simbolo, dello stato metallurgico, marchio del produttore, data di produzione: anno e trimestre o mese. I tubi al di fuori della gamma sopra riportata dovranno essere marcati, analogamente, almeno in corrispondenza di entrambe le estremità.

Per i tubi gas da posizionarsi in zona di interramento si richiama la norma:

UNI 10823 - Rame e leghe di rame. Tubi di rame rivestiti per applicazioni gas in zone di interramento. Rivestimento esterno di materiali plastici applicati per estrusione.

6.3.2. Lamiere

Come per i tubi, saranno di rame Cu-DHP, con caratteristiche meccaniche definite dalla UNI EN 13599. Potranno essere di tipo incrudito o ricotto, secondo prescrizione, ed avranno spessore non inferiore a 6 mm. La superficie sarà di norma lucida da laminazione ed assolutamente priva di difetti constatabili a vista.

Art. 7 LEGNAMI

7.0. GENERALITÀ

7.0.1. Nomenclatura e misurazione

Per la nomenclatura delle specie legnose, sia di produzione nazionale che d'importazione, si farà riferimento alle norme UNI 2853 e 2854; per la nomenclatura convenzionale degli assortimenti alla UNI 3517; per la nomenclatura dei difetti, la classifica e la misurazione alle UNI ISO 1029, UNI EN 1310, UNI EN 844 (3-9) ed UNI EN 975-1.

7.0.2. Requisiti in generale

I legnami da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui al D.M. 30 ottobre 1912; saranno provvisti fra le più scelte qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso cui sono destinati.

Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più diritte affinché le fibre non riescano tagliate dalla segatura e non si ritirino nelle connesure. I legnami rotondi dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e conguagliati alla superficie recidendone i nodi a seconda di essa; la differenza fra i diametri delle estremità non dovrà oltrepassare i 15/1000 della loro lunghezza, né il quarto del maggiore dei due diametri. Nei legnami grossamente squadrati od a spigolo smussato l'alburno dovrà essere in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale.

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

7.1. LEGNAMI DA CARPENTERIA DEFINITIVA

Dovranno presentare carico di rottura a compressione normalmente alle fibre non inferiore a 30 MPa e carico di rottura a trazione parallelamente alle fibre non inferiore a 70 MPa.

Art. 8 MATERIALI PER PAVIMENTAZIONI

8.0. GENERALITÀ

I materiali per pavimentazione ed in particolare piastrelle di argilla, mattonelle e marmette di cemento, mattonelle greificate, lastre e quadrelle di marmo, mattonelle d'asfalto, oltre a possedere le caratteristiche riportate negli articoli relativi alle corrispondenti categorie di materiale, dovranno rispondere anche alle norme di accettazione di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2234.

Le prove da eseguire per accertare la bontà dei materiali da pavimentazione, in lastre o piastrelle, saranno almeno quelle di resistenza alla rottura per urto e per flessione, all'usura per attrito radente o per getto di sabbia, la prova di gelività e, per i materiali cementati a caldo, anche la prova d'impronta.

Per la terminologia e la classificazione dei pavimenti lapidei si farà riferimento alla UNI 9379.

8.1. MATTONELLE, MARMETTE E PIETRINI DI CEMENTO

8.1.0. Norme generali

Le mattonelle, le marmette ed i pietrini di cemento dovranno essere conformi, per dimensioni e caratteristiche, alle norme UNI da 2623 a 2629. Dovranno altresì risultare di ottima fabbricazione, di idonea compressione meccanica e di stagionatura non inferiore a tre mesi. Saranno ben calibrati, a bordi sani e piani e non dovranno presentare carie, né peli, né segni di distacco tra sottofondo e strato superiore. La colorazione del cemento dovrà essere fatta con colori adatti, amalgamati ed uniformi.

8.1.1. Mattonelle di cemento

Di spessore complessivo non inferiore a 18 mm, avranno uno strato superficiale di assoluto cemento colorato di spessore costante non inferiore a 5 mm.

8.1.2. Pietrini di cemento

Potranno avere forma quadrata (25 x 25) e rettangolare (20 x 10 e 30 x 15). Nel formato minore (20 x 10) avranno spessore complessivo non inferiore a 15 mm costituito da due strati dei quali il superiore, di assoluto cemento puro, colorato o meno, di spessore non inferiore a 5 mm; negli altri due formati avranno spessore complessivo non inferiore a 15 mm per usi pedonali ed a 18 mm per impieghi carrabili. La superficie superiore dei pietrini potrà essere richiesta liscia, bocciardata, bugnata (25 o 100 bugne), scanalata o ad impronte varie. Tolleranza sulle dimensioni dei lati: + 0,5/-1 mm.

8.2. PIASTRELLE DI CERAMICA

Le piastrelle di ceramica per pavimentazioni dovranno essere del materiale indicato nel progetto tenendo conto che le dizioni commerciali e/o tradizionali (cotto, cotto forte, grès, ecc.) devono essere associate alla classificazione basata sul metodo di formatura e sull'assorbimento d'acqua secondo la norma:

UNI EN 14411 - Piastrelle di ceramica. Definizioni, classificazione, caratteristiche e marcatura.

A seconda della classe di appartenenza le piastrelle di ceramica estruse o pressate, di prima scelta, dovranno in particolare rispondere ai requisiti riportati nelle Appendici della stessa norma secondo l'indirizzo indicato nella Tab. 40.

TAB. 40 - Piastrelle di ceramica. Classificazione secondo metodo di formatura ed assorbimento d'acqua. Requisiti ed Appendici di riferimento secondo UNI EN 14411

METODI DI FORMATURA	Gruppo I $E \leq 3\%$	Gruppo IIa $3\% < E \leq 6\%$	Gruppo IIb $6\% < E \leq 10\%$	Gruppo III $E > 10\%$
A Estruse	Gruppo AI (Appendice A)	Gruppo AIIa-1 (Appendice B)	Gruppo AIIb-1 (Appendice D)	Gruppo III (Appendice F)
		Gruppo AIIa-2 (Appendice C)	Gruppo AIIb-2 (Appendice E)	
B Pressatura a secco	Gruppo BIIa $E \leq 0,5\%$ (Appendice G)	Gruppo BIIa (Appendice J)	Gruppo BIIb (Appendice K)	Gruppo BIII (Appendice L)
	Gruppo BIIb $0,5\% < E \leq 3\%$ (Appendice H)			

Per le piastrelle colate, le caratteristiche da misurare ai fini della qualificazione del materiale saranno le stesse di quelle indicate per le piastrelle pressate o estruse. I limiti di accettazione, tenendo in conto il parametro relativo all'assorbimento di acqua,

saranno valutati sulla base dei dati tecnici previsti dal progetto o dichiarate dal produttore ed accettate dalla Direzione dei Lavori.

Per quanto attiene ai metodi di prova, si farà riferimento alla Tabella 40.

Il campionamento ed i criteri di accettazione saranno conformi a quanto riportato nella norma ISO 10545-1.

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, sporcatura, ecc. nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa ed essere accompagnati da fogli informativi riportanti il nome del fornitore e la rispondenza alle prescrizioni predette.

8.3. MATTONELLE D'ASFALTO

Composte di polvere d'asfalto naturale arricchita di bitume (puro ed in percentuale dell'11%), di fibrette di armatura e pigmenti naturali, compresse in forme a 250 ÷ 300 atm e riscaldate a 150 °C, dovranno avere forme perfettamente regolari, spigoli vivi, massa volumica non inferiore a 2000 kg/m³ e resistenza all'impronta di 0,5 ÷ 0,6 mm.

Art. 9 PRODOTTI DI FIBRO CEMENTO

9.1. Generalità

Formati da miscela intima ed omogenea di cemento (o silicati di calcio) e materiali a fibra lunga (con esclusione dell'amianto), più eventuali correttivi minerali, dovranno rispondere alle norme di unificazione di seguito riportate:

UNI EN 492 - Lastre piane di fibrocemento e relativi accessori. Specifiche di prodotto e metodi di prova.

UNI EN 494 - Lastre nervate di fibrocemento e relativi accessori. Specifiche di prodotto e metodi di prova.

UNI EN 512 - Prodotti di fibrocemento. Tubi e giunti per condotte in pressione.

UNI EN 588/1 - Tubi di fibrocemento per fognature e sistemi di scarico. Tubi, raccordi ed accessori per sistemi a gravità.

UNI EN 588/2 - Tubi e raccordi in fibrocemento per sistemi di scarico degli edifici. Pozzetti e sistemi di scarico. Pozzetti e camere di ispezione.

UNI EN 12763 - Idem. Dimensioni e termini tecnici di distribuzione.

Gli agglomerati di fibro-cemento dovranno essere inossidabili, inalterabili agli acidi e agli agenti corrosivi in genere, resistenti al gelo e alle alte temperature, incombustibili e isolanti. I relativi manufatti dovranno presentare in frattura compattezza uniforme, priva di soffiature, superfici lisce e regolari, esenti da sfaldamenti, spessori ben calibrati e bordi integri.

9.2. TUBI, GIUNTI E PEZZI SPECIALI (RACCORDI)

9.2.0. Generalità e prove

I manufatti in argomento dovranno presentare elevato grado di impermeabilità e resistenza meccanica nonché, per i tubi, generatrici diritte e svergolamenti contenuti nei limiti di tolleranza.

Ogni tubo dovrà riportare contrassegni indelebili che permettano di individuare il marchio di fabbrica, la data di fabbricazione, il diametro nominale e la classe ⁽¹³¹⁾. La

TAB. 42 - Diametri nominali

DN	
100	600
125	(700)
150	800
200	(900)
250	1000
300	(1100)
(350)	1200
400	(1300)
(450)	1400
500	(1500)

⁽¹³¹⁾ Sarà richiesto anche il tipo di composizione (TN o NT).

conformità della fornitura alla norma sarà attestata dal riferimento "UNI" anche esso chiaramente riportato su ogni tubo e giunto della fornitura stessa. La designazione sarà effettuata in base al valore del diametro nominale, al valore della lunghezza ed alla classe di pressione (¹³²). Nel caso di tubi per condotte in pressione di diametro superiore a 1000 mm, in luogo della classe di pressione si indicheranno i valori minimi garantiti della pressione di scoppio (¹³³).

I diametri nominali saranno conformi a quelli riportati nella Tab. 42 (tabella limitata a DN 1500, ferma restando la possibilità di richiedere tubi con DN fino a 2500). La tolleranza sul diametro interno sarà di $\pm (2,5 + 0,01 \text{ DN})$ mm per tubi fino a DN 1200; ± 15 mm per tubi con DN superiore. Per lo scarto inferiore sullo spessore del cilindro e per quello superiore sullo spessore dell'estremità dei tubi, sarà fatto riferimento ai prospetti 4 e 5 della norma UNI EN 588-1. Per lo scarto limite sulla rettilineità sarà fatto ancora riferimento al prospetto 6 della stessa norma.

I carichi di rottura minimi a compressione dei tubi, espressi in kN/m, per le tre classi previste dalla norma, dovranno essere quelli riportati, per DN fino a 1000 mm, nel prospetto 7 della stessa; per DN maggiori di 1000 i carichi di rottura minimi si otterranno moltiplicando la classe (in kN/m²) per il diametro nominale DN (espresso in metri).

Le prove che la Direzione Lavori potrà richiedere per l'accettazione saranno: l'accertamento delle caratteristiche meccaniche e fisiche; la prova di resistenza ai liquami domestici. Il tutto con riferimento ai punti 4.10.3., 4.10.4. e 4.10.5. della UNI EN 588-1.

I giunti saranno in generale del tipo a manicotto per i tubi (¹³⁴) e del tipo a manicotto o a bicchiere per i raccordi (secondo prescrizione). Per entrambi i tipi la tenuta dovrà essere assicurata da guarnizioni elastiche di qualità e forme atte a rendere la condotta perfettamente e permanentemente stagna. I giunti dovranno resistere senza perdite ad una pressione di prova di tenuta di $1 \pm 0,1$ bar. Tale tenuta dovrà essere assicurata anche se i giunti saranno montati con la massima deviazione angolare tra i pezzi giuntati indicata e garantita dal fabbricante (¹³⁵).

I raccordi avranno composizione, fabbricazione, marcatura e classificazione come per i tubi. Le relative prove di accettazione saranno effettuate in conformità alle prescrizioni di cui al punto 6 della UNI EN 588-1.

Art. 10 PRODOTTI DI CEMENTO E AGGREGATI GRANULARI

10.0. GENERALITÀ

I prodotti di cemento dovranno essere confezionati con conglomerato vibrocompresso o centrifugato ad alto dosaggio di cemento (del tipo prescritto), con inerti di granulometria adeguata ai manufatti e di qualità rispondente ai vigenti requisiti generali di accettabilità. Dovranno avere spessore proporzionato alle condizioni di impiego, superfici lisce e regolari, dimensioni ben calibrate, assoluta mancanza di difetti e/o danni.

Per i tubi di cemento armato in pressione la qualità dei materiali dovrà essere particolarmente rapportata alle condizioni di posa: verranno pertanto usati cementi resistenti ai solfati ove il contenuto totale di solfati solubili dovesse superare nel terreno i 3000 mg/kg di terreno o i 600 mg/kg di acqua di sottosuolo e comunque per terreni impregnati di acqua di mare (¹³⁶). In ogni caso il contenuto massimo ammissibile di cloruri nel calcestruzzo dovrà essere, in percentuale del peso di cemento: 0,4% per i tubi di calcestruzzo armato e 0,2% per i tubi di calcestruzzo precompresso. La resistenza minima a 28 giorni, in entrambi i casi, dovrà essere di 35 MPa (N/mm²). Vale la norma:

UNI EN 639 - Prescrizioni comuni per tubi in pressione di calcestruzzo, inclusi giunti e pezzi speciali.

(¹³²) Esempio di designazione di un tubo di fibro cemento per condotte in pressione avente diametro nominale di 80 mm, lunghezza di 3 m e classe 10:

Tubo EN 512 80-3-10 TN.

(¹³³) V. più in particolare il punto 4.2.2 della UNI EN 512.

(¹³⁴) Di norma il manicotto sarà munito internamente di 3 gole: una gola centrale per accogliere dei segmenti distanziatori di gomma e due gole laterali simmetriche atte a ricevere ciascuna un anello di gomma elastomerico. Nel caso invece che il manicotto dovesse resistere anche a trazione. per applicazioni speciali, esso sarà munito di 4 gole, a due a due simmetriche, delle quali quelle centrali destinate agli anelli di tenuta in gomma e quelle di estremità destinate a ricevere delle corde di bloccaggio in acciaio o in materia plastica, secondo i casi e le prescrizioni

(¹³⁵) Di norma 4° per tubi fino al diametro 500 e 2 ÷ 3° per diametri maggiori.

(¹³⁶) In questo caso dovranno essere prese ulteriori precauzioni nei riguardi dei cloruri solubili, se presenti in quantità superiore a 500 mg/kg di terreno o di acqua di sottosuolo. Ancora, dovrà tenersi in considerazione l'eventuale presenza di acido carbonico (che dissolve la calce), se in quantità superiore a 60 mg/l di acqua di sottosuolo.

76.1. TUBI

10.1.1. Tubi di cemento semplice ⁽¹³⁷⁾

Saranno confezionati con impasto dosato a $350 \div 400 \text{ kg/m}^3$ di cemento, vibrocompresso o centrifugato, e dovranno presentare sezione perfettamente circolare (od ovale, nella sagoma prescritta), generatrice dritta, spessore uniforme (o come da sagoma), elevata resistenza flessionale e, in frattura, grana omogenea, compatta e resistente. Dovranno rispondere inoltre, per i diametri superiori a 250 mm, alla seguente norma:

UNI 9534 - Tubi di calcestruzzo non armato per fognature a sezione interna circolare, senza piede di appoggio.

I tubi UNI 9534 potranno essere con giunto a bicchiere o con giunto a mezzo spessore (ad incastro) con lunghezza nominale non inferiore a due metri. Lo spessore minimo, salvo diversa specifica, sarà conforme ai valori riportati nella tabella a fianco. Per giunto ad incastro, lo spessore dovrà comunque non scendere sotto il valore di 120 mm.

Le prove che potranno venire richieste per l'accettazione saranno quelle di controllo geometrico delle dimensioni, di tenuta per pressione idraulica interna, di impermeabilità e di schiacciamento trasversale.

Per le prime, il diametro interno non potrà scostarsi dal valore nominale di oltre $(3 + 0,004 \text{ DN})$ mm, mentre la lunghezza non potrà scostarsi da LN di oltre 10 mm. Per la seconda i tubi, mantenuti per almeno 15 minuti alla pressione di 10 m di colonna di acqua, non dovranno presentare perdite né gocciolamenti. Per la terza, da eseguirsi come al punto 10.2 della UNI citata, l'assorbimento d'acqua non dovrà superare $0,30 \text{ l/m}^2$ ⁽¹³⁸⁾ per DN inferiori a 1000 e $0,20 \text{ l/m}^2$ per DN uguali o superiori a 1000. Per la quarta, da eseguirsi come al punto 10.3 della stessa UNI, il carico di rottura, in rapporto alla classe, non dovrà risultare inferiore ai valori riportati nel Prosp. I della UNI 9534 ⁽¹³⁹⁾.

10.1.2. Tubi di cemento armato ordinario

Dovranno essere fabbricati da ditta specializzata, in apposito stabilimento e con idonee apparecchiature. Saranno calcolati, armati ed eseguiti secondo le norme valide per il conglomerato cementizio armato ed inoltre avranno: caratteristiche di qualità e di lavorazione uniformi, superfici interne perfettamente lisce, estremità piene ed a spigoli vivi, fronti perpendicolari all'asse. Non saranno ammessi tubi con danneggiamenti o imperfezioni che possano diminuirne l'impermeabilità, la resistenza meccanica e, in generale, le possibilità di impiego e la durabilità.

La lunghezza dei tubi senza piede sarà di almeno 2,00 m; quella dei tubi con piede di norma 1,00 m. La tolleranza sarà come al precedente punto 53.1.1. Le generatrici potranno scostarsi dalla rettilineità non oltre 3 mm per i tubi con diametro fino a 600 mm e non oltre 5 mm per i tubi con diametro superiore.

Per i tubi in pressione il diametro interno, lo spessore della parete, la lunghezza interna della canna e le caratteristiche geometriche del giunto saranno conformi alle specifiche di progetto e/o alla documentazione di fabbrica ⁽¹⁴⁰⁾. I diametri nominali (da DN/ID 200 a DN/ID 4000) saranno conformi al prospetto 1 della UNI EN 639 con tolleranza come da Prospetto 2 della stessa norma. Sulla lunghezza interna sarà ammessa una tolleranza di ± 10 mm (per elementi dritti); in ogni caso il rapporto tra lunghezza utile di progetto e diametro nominale, espresso in mm, non dovrà superare i seguenti valori: 21 per tubi con cilindro e 14 per tubi senza. Valgono, per detti tubi, le seguenti norme:

UNI EN 640 - Tubi in pressione di calcestruzzo armato e tubi in pressione di calcestruzzo con armatura diffusa (del tipo senza cilindro), inclusi giunti e pezzi speciali.

**TAB. 43 - Tubi di cemento semplice.
Diametri nominali e classi**

DN	CLASSI		
	1 ^a (60 kN/m ²)	2 ^a (100 kN/m ²)	3 ^a (150 kN/m ²)
	Spessore nominale (minimo) mm		
300	50	50	50
400	50	50	55
500	50	55	65
600	60	65	80
700	70	75	95
800	80	90	110
1000		115	140
1200		140	170
1400		165	205
1500		180	220

⁽¹³⁷⁾ Così definiti i tubi in conglomerato cementizio i quali o sono privi di armatura metallica, ovvero la incorporano unicamente per necessità di trasporto e posa, con esclusione di qualunque altra funzione statica nelle condizioni d'uso.

⁽¹³⁸⁾ Assorbimento d'acqua, espresso in litri per m² di superficie interna.

⁽¹³⁹⁾ Carico di schiacciamento espresso in kN/m².

⁽¹⁴⁰⁾ Qualora le specifiche di progetto differissero dalle caratteristiche di produzione standard, tali caratteristiche dovranno essere adeguate tenendo conto in particolar modo dei seguenti dati: pressione e pressione massima di progetto; carichi esterni e condizioni di posa in opera; caratteristiche chimico-fisiche del fluido trasportato; dati sul terreno; condizioni di appoggio.

UNI EN 641 - Tubi in pressione di calcestruzzo armato del tipo con cilindro, inclusi giunti e pezzi speciali.

Le dimensioni massime degli aggregati non dovranno essere maggiori di 1/3 dello spessore dei tubi, con massimo di 32 mm (4 mm per i tubi con armatura diffusa).

L'armatura metallica trasversale sarà costituita da tondi piegati ad anelli, ovvero avvolti in semplice o doppia elica, da fili o reti di acciaio, inglobate in una parete di calcestruzzo compatto (RCP), o da strati multipli di filo sottile continuo avvolti ad elica e inglobati in una parete di malta compatta (DRP); quella longitudinale (specie se richiesta la resistenza a flessione) da barre di acciaio, fili o strati di nastro di acciaio. Nei tubi UNI EN 641 l'armatura sarà integrata da un cilindro di acciaio saldato, con anelli per il giunto collegati all'estremità a mezzo saldatura⁽¹⁴¹⁾.

Lo spessore minimo dei tubi EN 640 sarà conforme al Prospetto 1 della norma⁽¹⁴²⁾; analogamente per i tubi della EN 641⁽¹⁴³⁾.

I giunti, secondo specifica, potranno essere rigidi, regolabili, semiflessibili o completamente flessibili; in ogni caso dovranno assicurare la perfetta tenuta all'acqua, consentire piccoli assestamenti⁽¹⁴⁴⁾ ed essere costituiti da materiali che diano piena garanzia di durata nelle previste condizioni di esercizio: di norma saranno realizzati con guarnizioni ad anelli di gomma⁽¹⁴⁵⁾. I pezzi speciali potranno essere di conglomerato cementizio armato, di ghisa ovvero di lamiera di acciaio saldato, secondo prescrizione; in quest'ultimo caso, ferma restando la verifica a pressione, lo spessore della lamiera sarà non inferiore a 1,5 mm se con rivestimento in conglomerato (2,5 per DN \geq 50; 3 per DN \geq 70) ed a 4 mm se con rivestimento bituminoso (5,5 per DN \geq 50; 7 per DN \geq 70).

Per l'accettazione i tubi verranno sottoposti a collaudo in stabilimento, eseguendo su campioni rappresentativi apposite prove tecnologiche, in particolare la prova di impermeabilità, quella di rottura per pressione interna e quella allo schiacciamento. Le prove saranno eseguite in conformità al punto 4 delle norme.

Ogni tubo dovrà riportare contrassegni indelebili che permettano di individuare il *marchio di fabbrica*, la *data di fabbricazione* (mese e anno), le *dimensioni* (intese come prodotto del diametro interno per la lunghezza nominale) e la categoria. Per i tubi ad armatura disimetrica, dovrà essere apposta sulla parete esterna l'indicazione del vertice⁽¹⁴⁶⁾.

10.1.3. Tubi rinforzati con fibre di acciaio

Per i tubi rinforzati con fibre di acciaio sarà fatto riferimento alla norma:

UNI EN 1916 - Tubi e raccordi di calcestruzzo non armato con fibre di acciaio e con armatura tradizionale.

10.1.4. Tubi di cemento armato precompresso

Valgono, per i tubi in argomento, le norme generali di cui al precedente punto. I tubi dovranno essere fabbricati in officine o cantieri debitamente attrezzati, con procedimenti atti a garantire il costante raggiungimento dei requisiti in tutti i manufatti prodotti. Le operazioni automatizzate dovranno essere svolte sotto controllo di strumenti indicatori e registratori e nel ciclo di lavorazione saranno inseriti rilevamenti sistematici dei risultati ottenuti che, raccolti unitamente alle prove di qualità dei materiali in apposito registro di fabbricazione, avranno valore di documentazione agli effetti contrattuali.

I tubi in c.a.p., in rapporto alle prescrizioni di Elenco, potranno essere di tre tipi:

⁽¹⁴¹⁾ Per i particolari si rinvia comunque al punto 3.3 delle UNI EN richiamate.

⁽¹⁴²⁾ Spessore minimo: 60 mm fino a DN/ID 500 per i tubi RCP e 40 mm per i tubi DRP.

⁽¹⁴³⁾ Spessore minimo: 50 mm fino a DN/ID 400 e 40 mm fino a pari diametro per i tubi con cilindro ed armatura pretensionata.

⁽¹⁴⁴⁾ Per le deviazioni angolari consentite sarà fatto riferimento al Prospetto 3 della UNI EN 639.

⁽¹⁴⁵⁾ Nei giunti di acciaio con guarnizione elastomerica gli anelli maschio e femmina dovranno essere costruiti in modo da rendere i tubi autocentranti.

⁽¹⁴⁶⁾ I tubi adatti all'utilizzo con acqua potabile dovranno altresì essere marcati con la lettera "P" appresso al numero della norma UNI EN utilizzata.

- a) - Tubi con nucleo di conglomerato cementizio prefabbricato munito di cilindro di lamierino, armatura di precompressione radiale, rivestimento protettivo e giunto autocentrante a tenuta d'acqua.
- b) - Tubi con nucleo di conglomerato cementizio prefabbricato, armatura di precompressione radiale, rivestimento protettivo e giunto come sopra.
- c) - Tubi monolitici con armatura di precompressione radiale inglobata nella parete di conglomerato e giunto come sopra.

Con riferimento alle norme, dovranno osservarsi quelle per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle tubazioni in argomento e qui riportate:

UNI EN 642 - Tubi in pressione di calcestruzzo precompresso con cilindro e senza cilindro, inclusi giunti e pezzi speciali, e prescrizioni specifiche per l'acciaio di precompressione dei tubi.

I tubi saranno di norma classificati in base alla pressione di decompressione a deformazioni lente esaurite nella sezione decompressa (pressione nominale PN); tale pressione dovrà essere correlata alle massime sollecitazioni conseguenti sia alla pressione idraulica che ai carichi esterni. Il diametro nominale corrisponderà al diametro interno del tubo, misurato in mm. Lo spessore nominale (t) corrisponderà allo spessore della parete del nucleo di conglomerato per i tubi del tipo a) e b), ovvero alla intera parete per i tubi del tipo c); lo spessore nominale del rivestimento protettivo corrisponderà alla distanza tra l'estradosso dell'armatura di precompressione e la parete esterna.

Gli spessori minimi di calcolo delle pareti dei tubi saranno conformi al Prospetto 1 della UNI EN 642. Nei tubi con cilindro, lo spessore t_1 min. (nucleo + spessore cilindro) sarà di 50 mm per DN/ID fino a 800 mm e progressivamente crescente fino a 240 mm per DN/ID 4000 mm; nei tubi senza cilindro, lo spessore t_2 min. (tubo nucleo) sarà di 40 mm per DN/ID fino a 700 mm; nei tubi senza cilindro di tipo c), lo spessore t_3 min. (parete) sarà di 45 mm per DN/ID fino a 600 mm. I diametri nominali DN/ID avranno i seguenti valori, con tolleranza $\pm 10\%$: 500-600-700-800-900-1000 ... 4000. Le lunghezze nominali saranno multiple di 0,50 m con tolleranza del $\pm 1\%$.

La superficie interna dei tubi dovrà essere sufficientemente liscia, in modo che le perdite di carico della condotta, espresse con la 2ª formula di Bazin (velocità d'acqua ≤ 3 m/sec) dovranno corrispondere ad indici di scabrezza non maggiori di: 0,12 (DN/ID 400÷600); 0,10 (DN/ID 700÷1500); 0,08 (DN/ID > 1600).

I materiali e le modalità di costruzione dovranno rispettare in generale le norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. precompresso di cui al D.M. 9 gennaio 1996. In particolare la composizione chimica degli acciai sotto forma di fili trafilati dovrà rispondere alle seguenti limitazioni: C $\leq 0,87\%$, S $\leq 0,03\%$; P $\leq 0,03\%$. L'acciaio da impiegarsi nella costruzione degli eventuali involucri cilindrici in lamierino dovrà essere di facile saldabilità ed avere resistenza a snervamento e rottura rispettivamente non inferiore a 200 e 370 N/mm². In ogni caso gli spessori e le armature di precompressione dovranno essere riferiti, per ogni coppia di valori PN e DN, a criteri di dimensionamento e calcoli statici elaborati conformemente alle Appendici C e D della norma.

I tubi saranno sottoposti a prove di produzione in stabilimento come al punto 4 della UNI EN richiamata. Le prove saranno effettuate sia sul calcestruzzo preformatura ⁽¹⁴⁷⁾ sia sul tubo formato (prova idrostatica e prova di permeabilità). Il numero dei tubi da provare, in rapporto alla quantità di fornitura, sarà stabilito dalla Direzione Lavori, con minimo di uno ogni 50.

La prova idrostatica dovrà essere effettuata sull'intero nucleo o tubo precompresso, incluse le porzioni di innesto soggette a pressione. La pressione interna di prova sarà gradualmente aumentata, con gradiente non maggiore di 200 kPa (0,2 bar) in 5 s. I tubi con cilindro saranno sottoposti alla prova dopo il rivestimento, quelli senza cilindro prima o dopo il rivestimento o in entrambi i casi. La pressione idrostatica applicata dovrà annullare la tensione di compressione nella parete del tubo (tenendo conto delle perdite di precompressione al momento della prova) e dovrà essere mantenuta per almeno 3 min; in tale periodo non dovranno manifestarsi perdite o crearsi fessurazioni.

⁽¹⁴⁷⁾ Prova di resistenza a compressione su due provini per giorno di fabbricazione e per tipo di impasto.

La prova di permeabilità (¹⁴⁸) sul rivestimento o strato di copertura di calcestruzzo o di malta sul prodotto finito sarà effettuata con l'apparecchiatura di cui al punto 4.3 della norma.

I giunti saranno in uno dei tipi di cui all'Appendice B della norma e comunque secondo specifica di Elenco in rapporto alla tipologia dei tubi. La marcatura, da apparire in modo indelebile, riporterà; la *data di fabbricazione*, il *diametro nominale* e la *pressione*, il *riferimento alla norma UNI EN 642* e il *marchio* di fabbrica.

10.2. MANUFATTI DIVERSI

10.2.1. Manufatti in pietra artificiale

Saranno confezionati con alto dosaggio di cemento ed inerti particolarmente selezionati. Avranno massa volumica non inferiore a 2300 kg/m³ e la superficie esterna a vista, per lo spessore di almeno 2 cm, formata con malta dosata a 500 kg/m³ di cemento, nel tipo bianco o colorato.

Cordoni, bocchette di scarico, risvolti, guide, scivoli, ecc. dovranno in particolare soddisfare ai requisiti stabiliti negli esecutivi di progetto e le prescrizioni di cui al punto 42.10, per quanto compatibile.

10.2.2. Canalette di drenaggio

Potranno essere di tipo "I" (non richiedenti ulteriore supporto) o di tipo "M" (richiedenti un supporto aggiuntivo: di norma un massetto rinfiacato). Dovranno comunque essere marcate CE e rispondere alle prescrizioni della seguente normativa:

UNI EN 1433 - Canalette di drenaggio per aree soggette al passaggio di veicoli e pedoni. Classificazione, requisiti di progettazione e di prova. Marcatura e valutazione di conformità.

Le canalette di drenaggio saranno classificate, in conformità al loro uso previsto, in: A15, B125, C250, D400, E600 e F900; tale classifica sarà posta in correlazione alla situazione di posa in opera secondo uno dei 6 gruppi di posa previsti al punto 5 della norma (¹⁴⁹).

Il calcestruzzo dovrà essere conforme al punto 6.3.3 della norma e dovrà avere resistenza a compressione non inferiore a 45 N/mm². La marcatura dovrà riportare il riferimento alla norma, il marchio di identificazione, la classe, il tipo di prodotto (I o M), la data di produzione, il grado di resistenza agli agenti atmosferici.

10.2.3. Lastre per mantellate

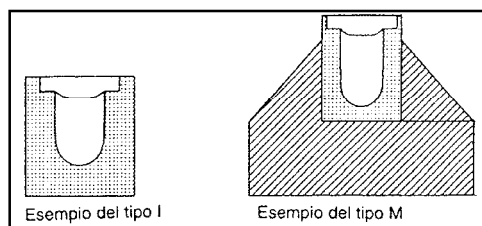
Salvo diversa prescrizione, avranno dimensioni di 25 x 50 x 5 cm e saranno realizzate con conglomerato cementizio vibro-compresso di resistenza R_{ck} non inferiore a 25 N/mm². Le lastre presenteranno superficie in vista liscia e piana, spigoli vivi, fianchi conformati a giunto aperto e conveniente stagionatura.

10.2.4. Elementi a griglia per mantellate

Salvo diversa prescrizione, avranno dimensioni di circa 0,25 m² e saranno realizzate con conglomerato cementizio vibro-compresso, di resistenza non inferiore a 30 N/mm², opportunamente armato con tondini di acciaio del diametro minimo di 3 mm. Ogni elemento avrà uno spessore di 9 ÷ 10 cm e massa compresa tra 30 ÷ 35 kg; presenterà inoltre cavità a tutto spessore, di superficie pari circa il 40% dell'intera superficie, e naselli ad incastro a coda di rondine sporgenti dal perimetro.

Potranno essere richiesti pezzi speciali provvisti di incastro a snodo articolato su pezzi in calcestruzzo armato (da utilizzarsi in quelle particolari posizioni in cui fossero previsti sforzi di trazione, specie in corrispondenze di cambiamenti di pendenza del rivestimento) ed inoltre pezzi speciali per la protezione delle superfici coniche.

FIG. 11 - Canalette di drenaggio in calcestruzzo. Tipi.



⁽¹⁴⁸⁾ È basata sull'utilizzo delle normali apparecchiature progettate per misurare la quantità d'acqua assorbita sotto pressione costante.

⁽¹⁴⁹⁾ Gruppo I (min. classe A15): aree pedonali o ciclabili; Gruppo 2 (min. classe B 125): percorsi pedonali, parcheggi per auto private; Gruppo 3 (min. classe C250): Gruppo 4 (min. classe D400): strade rotabili, parcheggi; Gruppo 5 (min. classe E600): aree soggette a carichi su grandi ruote, darsene; Gruppo 6 (classe F900): pavimentazioni aeroportuali.

Art. 11 LEGANTI IDROCARBURATI E AFFINI – MATERIALI PER IMPERMEABILIZZAZIONI

11.1. BITUMI

11.1.1. Bitumi per usi stradali

Dovranno rispettare le prescrizioni di cui alla seguente norma:

UNI EN 12591 - Bitumi e leganti bituminosi. Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali.

La designazione dei bitumi sarà effettuata sulla base delle classi di penetrazione a 25 °C ⁽¹⁵⁰⁾ riportate nel prospetto 1 della norma delle quali, in Tab. 44 a, si riportano quelle di maggior uso in Italia.

TAB. 44 a - Bitumi per usi stradali. Caratteristiche parziali per i bitumi di maggior uso (da App. NA della norma)

"Caratteristica"	Unità	Metodo di prova	Designazione delle classi			
			35/50	50/70	70/100	160/220
Valore della penetrazione	x 0,1 mm	EN 1426	35-50	50-70	70-100	160-220
Punto di ramollimento	°C	EN 1427	50-58	46-54	43-51	35-43
Punto di rottura Fraass, valore massimo	°C	EN 12593	-5	-8	-10	-15
Punto di infiammabilità, valore minimo	°C	EN 22592	240	230	230	220
Solubilità, valore minimo	%	EN 12592	99	99	99	99
Resistenza all'indurimento		EN 12607-1	0,5	0,5	0,8	1

Per gli usi stradali il campo di applicazione sarà definito dal 20/30

per l'asfalto colato, dal 35/50 e dal 50/70, per i conglomerati chiusi, dal 70/100 per i trattamenti a penetrazione ed i pietrischetti bitumati e dal 160/220 per i trattamenti a semipenetrazione.

Potranno venire impiegati anche bitumi modificati o bitumi sfusi rispondenti alle norme UNI EN 14023 e prEN 13924.

11.1.2. Bitumi da spalmatura

Dovranno essere del tipo ossidato e rispondere ai requisiti di cui alla seguente norma di unificazione:

UNI 4157 - Bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni. Campionamento e limiti di accettazione.

I bitumi saranno forniti in uno dei tipi indicati nella Tabella 44 b. L'indice di penetrazione sarà determinato con il metodo riportato nelle norme UNI.

TAB. 44 b - Bitumi da spalmatura. Tipi e caratteristiche

CARATTERISTICA	Unità di misura	T I P O						
		1	2	3	4	5	6	7
Punto di ramollimento P.A.	°C	50 a 60	60 a 70	80 a 90	95 a 105	95 a 105	105 a 115	110 a 120
Penetrazione a 25 °C	10 ⁻¹ mm	40 a 50	25 a 35	20 a 30	35 a 45	10 a 20	25 a 35	10 a 20
Indice di penetrazione		min. -0,5	min. 0,5	min. 2,5	min. 5,5	min. 3	min. 5,5	min. 4,5
Punto di rottura Fraass	°C	max. -6	max. -12	max. -10	max. -18	max. -18	max. -13	max. -5
Solubilità in solventi organici	%	min. 99,5	min. 99,5	min. 99,5	min. 99,5	min. 99,5	min. 99,5	min. 99,5

11.1.3. Bitumi liquidi

Bitumi di fluidità nettamente maggiore dei precedenti (per la presenza in essi di olii provenienti dal petrolio o dal catrame di carbon fossile e destinati ad evaporare, almeno in parte, dopo l'applicazione) dovranno soddisfare alle "Norme per l'accettazione dei bitumi liquidi" di cui al Fasc. n. 7 CNR diffuso con circolare ministeriale 30 settembre 1957, n. 2759.

11.1.4. Emulsioni bituminose

Dispersioni di bitumi di petrolio in acqua ottenute con l'impiego di emulsivi (oleato di sodio ed altri saponi di acidi grassi, resinati, colle animali o vegetali) ed eventuali stabilizzanti (idrati di carbonio, colle, sostanze alluminose) per aumentare la stabilità nel tempo e al gelo, dovranno avere capacità di legare il materiale lapideo al contatto del quale si rompono e rispondere alle "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali" di cui al Fasc. n. 3/1958 CNR diffuso con Circolare del Ministero dei LL.PP. 2 aprile 1959, n. 842 ⁽¹⁵¹⁾.

⁽¹⁵⁰⁾ Secondo le norme CNR, Fasc. n. 68/78 la designazione era costituita dalla lett. B seguita dall'intervallo di penetrazione che caratterizza il legante.

⁽¹⁵¹⁾ V. anche il B.U. CNR, Fasc. n. 98/1984: Campionatura delle emulsioni bituminose.

Le norme non si applicano alle emulsioni a reazione acida ed a quelle preparate con bitumi liquidi. La classificazione è fatta con riferimento al contenuto di bitume puro e alla velocità di rottura delle stesse secondo la Tabella 45.

TAB. 45 – Emulsioni bituminose. Classificazione

COMPOSIZIONE E CARATTERISTICHE	EMULSIONI						
	a rapida rottura			a media velocità di rottura		a lenta rottura	
	Tipo ER 50	Tipo ER 55	Tipo ER 60	Tipo EM 55	Tipo EM 60	Tipo EL 55	Tipo EL 60
1) Composizione: — contenuto in peso di bitume puro, minimo.....%	50	55	60	55	60	55	60
— contenuto in peso di emulsivo e di stabilizzante massimo.....%	1	1	1	1	2	2,5	2,5
2) Caratteristiche fisiche — indice di rottura.....%	maggiore di 0,9			compreso tra 0,9 e 0,5		minore di 0,5	

In linea generale le emulsioni a rapida rottura dovranno essere impiegate nei trattamenti superficiali a penetrazione, quelle a media velocità di rottura negli impasti con sensibili percentuali di materiale fino, quelle a lenta velocità negli impasti con alta percentuale di materiale fino.

Nel caso di impiego di rocce “acide” idrofile, dovranno usarsi emulsioni acide, adottando nella preparazione dell’emulsione emulsivi “cationici” quali le ammine ad alto peso molecolare, come la oleilamina, la stearylina e derivati analoghi. Tali emulsioni dovranno essere adoperate, in sostituzione delle normali basiche, nei trattamenti da eseguire a stagione inoltrata con tempo freddo e umido.

All’atto dell’impiego la Direzione dovrà accertare che nei fusti di emulsione, per cause diverse, non sia avvenuta una separazione dei componenti che non sia riemulsionabile per agitazione; in tal caso e se dopo sbattimento si presentassero ancora dei grumi, l’emulsione dovrà essere scartata.

11.1.5. Mastice bituminoso

Sarà ottenuto per intima mescolanza dei bitumi UNI 4157 di cui al precedente punto 54.1.2. e fibrette di minerali e/con dei filler in percentuali (in massa, riferite al prodotto finito) non superiori al 5% per le fibre e al 20% per il filler.

11.2. ASFALTO E DERIVATI

Costituito di carbonato di calcio impregnato di bitume, dovrà essere naturale e provenire dalle più reputate miniere. L’asfalto sarà in pani, omogeneo, compatto, di grana fine e di tinta bruna.

11.2.1. Polveri di rocce asfaltiche

Dovranno soddisfare le norme di cui al Fasc. n. 6 - C.N.R., diffuso con Circolare Ministero LL.PP. 17 luglio 1956, n. 1916. Le polveri asfaltiche per uso stradale dovranno avere un contenuto di bitume non inferiore al 7% del peso totale.

Ai fini applicativi le polveri verranno distinte in tre categorie, delle quali la I per la preparazione a freddo di tappeti composti di polvere asfaltica, pietrischetto ed olio, la II per i conglomerati, gli asfalti colati e le mattonelle e la III come additivo per i conglomerati.

Le polveri di I e II categoria dovranno avere finezza tale da passare per almeno il 95% dallo staccio 2 UNI 2332; quelle della III categoria, la finezza prescritta per gli additivi stradali (norme CNR). In tutti i casi le polveri dovranno presentarsi di consistenza finemente sabbiosa e di composizione uniforme e costante.

11.2.2. Mastice di asfalto

Preparato con polveri di rocce asfaltiche e bitume, con miscelazione a caldo, sarà fornito in pani di colore bruno-castano, compatti, omogenei, di tenacità e consistenza elastica, privi di odore di catrame.

Il mastice dovrà rispondere, per designazione e caratteristiche, alla normativa UNI 4377; prove e determinazioni verranno effettuate con le modalità UNI da 4379 a 4385. Per la fornitura il mastice dovrà essere del tipo A UNI 4377 (con contenuto solubile in solfuro di carbonio del 14 ÷ 16 %). Non sarà consentito l’uso di mastice di asfalto sintetico.

11.2.3. Asfalto colato

Costituito da mastice di roccia asfaltica, bitume ed aggregati litici calcarei di appropriata granulometria, dovrà presentare i requisiti di cui alla norma UNI 5654 ed in particolare contenuto di bitume non inferiore all’11%, punto di rammollimento 60 ÷ 80 °C, prova di scorrimento ed impermeabilità all’acqua positive; il bitume dovrà avere solubilità del 99% min. e penetrazione a 25 °C tra 20 ed 80 dmm. Per le altre caratteristiche si rinvia alla norma citata.

11.2.4. Olii minerali per trattamenti con polveri asfaltiche

Gli olii asfaltici da impiegarsi nei trattamenti superficiali con polveri asfaltiche a freddo saranno di tipo diverso in rapporto alle polveri con cui verranno impiegati ed in rapporto anche alla stagione: tipo "A" per la stagione invernale e tipo "B" per quella estiva. In ogni caso gli olii dovranno presentare un contenuto in acqua non superiore allo 0,50%, in fenoli non superiore al 4% ed inoltre:

a) – Olii di tipo A (invernali):

– per polveri abruzzesi: viscosità Engler a 25°C da 3 a 6; punto di rammollimento del residuo a 330 °C (palla ed anello) 30 ÷ 45 °C;

– per polveri siciliane: viscosità Engler a 50 °C al massimo 10; punto di rammollimento c.s. 55÷70 °C;

b) – Olii di tipo B (estivi):

– per polveri abruzzesi: viscosità Engler a 25 °C da 4 a 8; punto di rammollimento c.s. 35 ÷ 50 °C;

– per polveri siciliane: viscosità Engler a 50 °C al massimo 15; punto di rammollimento c.s. 55 ÷ 70 °C.

77.3. CARTA FELTRO

Composta da una mescolanza appropriata di fibre tessili naturali (animali, vegetali), sintetiche e minerali, non collate e con alto potere assorbente, dovrà soddisfare le prescrizioni della norma UNI 3682. Potrà essere richiesta nel tipo "C" (160, 180, 220, 260, 315, 450) o nel tipo "R" (224, 280, 333, 400, 450), la sigla numerica corrispondendo alla massa areica ($\pm 5\%$). Per la fornitura la carta presenterà superficie regolare senza difetti di sorta.

11.4. MEMBRANE PREFABBRICATE

11.4.0. Generalità

Per le membrane in argomento si farà riferimento alla specifica normativa UNI, più avanti riportata; in subordine, alle caratteristiche dichiarate dai fabbricanti accreditati presso l'IGLAE ed accettate dalla Direzione Lavori. Per l'identificazione le membrane saranno suddivise in quattro categorie fondamentali:

- membrane a base bituminosa, con impiego di bitume ossidato;
- membrane a base di bitume-polimero, con impiego sia di plastomeri (es. polipropilene atattico APP), sia di elastomeri (es. stirene butadiene stirene SBS);
- membrane a base plastomerica (es. polivinilcloruro PVC);
- membrane a base elastomerica (es. etilene propilene diene EPDM).

La classificazione (e la relativa designazione) sarà effettuata secondo la norma UNI 8818 con il criterio seguente: composizione della massa impermeabilizzante; tipologia del materiale di armatura; tipologia del materiale di finitura sulla faccia superiore e su quella inferiore. Valgono le norme:

UNI 8629/1 - Membrane per impermeabilizzazione delle coperture. Caratteristiche prestazionali e loro significatività.

UNI 8898/1 - Membrane polimeriche per opere di impermeabilizzazione. Terminologia, classificazione e significatività delle caratteristiche.

In base all'impiego le membrane saranno individuate con simboli letterari da "A" ad "E" secondo la norma UNI 8629/1 superiormente riportata. Le prove e le determinazioni per l'accettazione delle membrane saranno effettuate secondo le norme UNI 8202, da 8202/02 a 8202/35.

11.4.1. Supporto in veli di fibre di vetro

Sarà costituito da veli, preferibilmente armati con fili di vetro. Il collante (resina o altro), non dovrà presentare alcuna dispersione nel bitume e dovrà essere insensibile ai solventi (solfuro di carbonio).

I veli avranno massa areica non inferiore a 40 g/m², fibre con diametro nominale di 10 ÷ 18 micron, carico di rottura a trazione non inferiore a 10N/cm. I supporti dovranno comunque rispettare la normativa UNI 6825

(prescrizioni e metodi di prova) nonché per le definizioni, le tolleranze e le determinazioni le UNI 5958, 6266, 6484, 6537, 6539 e 6540.

11.4.2. Membrane a base di carte feltro e vetro veli bitumati

Designate in codice con lettere alfabetiche, le prime da "A" a "C", le seconde da "D" ad "H" secondo composizione e finitura, saranno conformi per caratteristiche dimensionali, resistenza meccanica e resistenza termica alle prescrizioni della norma UNI 9168.

11.4.3. Membrane a base di bitume ossidato fillerizzato

Nelle varie formulazioni, dovranno rispondere ai limiti di accettazione riportati al punto 4 delle norme UNI 8629-7 e 8629-8.

11.4.4. Membrane a base di bitume-polimero plastomerico

Nelle varie formulazioni, dovranno rispondere ai limiti di accettazione riportati al punto 4 delle norme UNI 8629-2 e 8629-5.

11.4.5. Membrane a base di bitume-polimero elastomerico

Nelle varie formulazioni, dovranno rispondere ai limiti di accettazione riportati al punto 4 della norma UNI 8629.3.

11.4.6. Membrane a base plastomerica in polivinilcloruro

Nelle varie formulazioni, dovranno rispondere ai limiti di accettazione riportati al punto 4 della norma UNI 8629-6.

11.4.7. Membrane a base elastomerica

Per i tipi etilene-propilene-diene e isoprene-isobutilene, dovranno rispondere ai limiti di accettazione riportati al punto 4 della seguente norma:

UNI 8629/4 - Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione per i tipi EPDM e IIR per elementi di tenuta.

Art. 12 ADESIVI – SIGILLANTI – GUARNIZIONI – IDROFUGHI – IDROREPELLENTI – ADDITIVI

12.1. ADESIVI

Saranno costituiti da resine, prodotti cementizi o prodotti misti, di resistenza adeguata agli sforzi cui potranno essere interessati i materiali aderenti (compressione, trazione, taglio, spellatura, ecc.) nonché alle altre sollecitazioni di diversa natura (fisica, chimica, ecc.) dovute alle condizioni di posa e di impiego. Dovranno inoltre presentare assoluta compatibilità chimica con i supporti, alto grado di adesività e durabilità nelle condizioni di lavoro.

Per l'accettazione, i prodotti adesivi saranno accompagnati da fogli informativi, forniti dal produttore, dove siano indicati: il campo di applicazione, le caratteristiche tecniche (¹⁵²), gli eventuali prodotti aggiuntivi di miscela, le

(¹⁵²) Ad esempio, nel caso di adesivi per piastrelle, i dati tecnici, dovranno specificare:

- I dati identificativi del prodotto: composizione, consistenza, colore, peso specifico, residuo, solido, ecc.
- I dati applicativi: rapporto di impasto, speso specifico, pH e durata dello stesso, temperatura di applicazione, tempo di apertura (a 20 °C e 60% U.R.), tempi di registrazione, di transitabilità e di indurimento finale, tempo per l'esecuzione di fughe.
- Le prestazioni finali: resistenza all'umidità, all'invecchiamento, ai solventi e agli oli, agli acidi e agli alcali, alla temperatura; resistenza alla compressione, alla flessione e allo strappo (dopo 28 d), resistenza ai cicli gelo-disgelo; flessibilità.

modalità di applicazione e le controindicazioni. Saranno altresì indicate le norme di riferimento e le certificazioni di prova. Le prove potranno essere fatte secondo la normativa dichiarata o secondo le UNI in vigore per la caratteristica da controllare.

Ad applicazione avvenuta gli adesivi dovranno risultare insolubili in acqua, chimicamente inerti, stabili agli sbalzi di temperatura, ininfiammabili e atossici ⁽¹⁵³⁾ Gli eventuali additivi (catalizzatori, stabilizzanti, solventi, plastificanti, cariche) dovranno essere compatibili con i materiali di base senza compromettere le prestazioni richieste.

12.1.1. Adesivi per piastrelle

Potranno essere di tipo cementizio (C), di tipo in dispersione (D) o di tipo reattivo (R) e dovranno rispondere alle specificazioni di cui alla seguente norma europea recepita dall'UNI:

UNI EN 12004 - Adesivi per piastrelle. Definizioni e specificazioni.

Gli adesivi per piastrelle avranno, per i rispettivi tipi, i requisiti riportati nei prospetti 1, 2 e 3 della norma. La classificazione, oltre che al tipo, farà anche riferimento alle classi, così designate: 1 (adesivo normale); 2 (migliorato); F (a presa rapida); T (con scivolamento limitato); E (con tempo aperto prolungato, per i tipi C e D); fermo restando che ogni adesivo potrà avere più classi.

La marcatura e l'etichettatura riporteranno: il nome del prodotto, il marchio di fabbrica; la data o il codice di produzione; il riferimento alla norma; il tipo di adesivo e le istruzioni per l'uso ⁽¹⁵⁴⁾. La marcatura CE dovrà riportare i dati e le caratteristiche di cui al modello ZA.3.2 dell'Appendice ZA alla norma UNI EN 12004.

12.2. SIGILLANTI

12.2.0. Generalità

Composti atti a garantire il riempimento di interspazi e l'ermeticità dei giunti mediante forze di adesione, potranno essere di tipo *preformato* o *non preformato*, ⁽¹⁵⁵⁾ questi ultimi a media consistenza (mastici) o ad 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 $+5/ \pm 40$ °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.

Il meccanismo di indurimento (vulcanizzazione) potrà essere attivato dalla umidità atmosferica (siliconi, polisolfuri, poliuretani), dall'ossidazione atmosferica (oli essiccanti), dall'evaporazione del solvente o della fase disperdente (polimeri acrilici, gomme butiliche), da reazioni chimiche con induritori nei sistemi bicomponenti (polisolfuri, poliuretani, siliconi, policloropreni, epossidi) ed infine dal calore (plastisoli vinilici termoindurenti ecc.).

Per l'accettazione i sigillanti dovranno presentare compatibilità chimica con il supporto di destinazione, allungamento a rottura compatibile con le deformazioni dello stesso supporto, durabilità ai cicli termogravimetrici prevedibili nelle condizioni di impiego nonché alle azioni chimico-fisiche degli agenti atmosferici nell'ambiente di destinazione.

Le prove saranno effettuate secondo le metodologie UNI e UNI EN (di classifica ICS 91.100.10 e 91.100.50) o, in subordine, secondo i metodi di riferimento del produttore (ASTM ⁽¹⁵⁶⁾, ecc.); potranno essere utili, per valutazioni di massima, anche le prove riportate in nota ⁽¹⁵⁷⁾. Si richiamano le norme:

⁽¹⁵³⁾ L 76/907 CEE.

⁽¹⁵⁴⁾ Le istruzioni per l'uso dovranno comprendere: le proporzioni di miscelazione (se del caso); il tempo di maturazione (se del caso); il tempo utile di impiego; il modo di applicazione; il tempo aperto; l'intervallo di tempo prima della sigillatura e dell'apertura al traffico (se del caso); il campo di applicazione.

⁽¹⁵⁵⁾ V. classificazione UNIPLAST: Materiali di tenuta.

⁽¹⁵⁶⁾ American Society for Testing Materials.

⁽¹⁵⁷⁾ Per i sigillanti elastomerici potranno venire richieste le seguenti prove di caratterizzazione:

UNI EN 26927 - Edilizia, Prodotti per giunti. Sigillanti. Vocabolario.

UNI EN ISO 11600 - Edilizia. Prodotti per giunti. Classificazione e requisiti per i sigillanti.

UNI EN 13888 - Sigillanti per piastrelle. Definizioni e specificazioni.

I sigillanti per piastrelle UNI EN 13888 potranno essere a base cementizia (normali: CG1, migliorati: CG2) o a base di resine reattive (RG). Caratteristiche opzionali saranno l'elevata resistenza all'abrasione (Ar) e l'assorbimento d'acqua ridotto (W).

12.2.1. Sigillanti siliconici

Costituiti da uno o due componenti a base di polimeri dimetilsilossanici (siliconi), avranno di norma consistenza di pasta semidensa e si trasformeranno, a vulcanizzazione avvenuta dopo applicazione, in prodotti solidi elastici ad alto recupero.

Come elementi caratterizzanti i sigillanti siliconici presenteranno facilità di applicazione in un vasto arco di temperature (-40/ +70 °C ed oltre, secondo formulazione), ottima resistenza agli agenti atmosferici, all'ossidazione, alla luce solare ed alla pioggia (non meno di 8000 ore in test ASTM con apparecchiatura "Weather Ometer"). Le altre caratteristiche saranno mediamente conformi ai valori riportati nella Tab. 46.

TAB. 46 - Sigillanti poliuretanicici monocomponenti. Caratteristiche

CARATTERISTICHE	Valore limite
Variazione di volume dopo trattamento termico	max. -10%
Adesione dopo l'azione delle radiazioni ultraviolette	nessuna rottura o distacco dal supporto all'allungamento del 60%
Proprietà tensili - tensione al 100% di allungamento	Modulo basso $\leq 0,4$ N/mm ² Modulo basso $> 0,4 \leq 0,6$ N/mm ² Modulo alto $> 0,6$ N/mm ²
Recupero elastico	min. 80%
Resistenza allo scorrimento	max. 2 mm

I sigillanti siliconici presenteranno ottima adesione su una vasta gamma di materiali; tuttavia su alcune superfici (alluminio, bronzo, lamiera stagnata, mattoni, pietra, legno e materiali porosi in genere) sarà prescritto il pretrattamento con appositi "primers".

- a) - *Prova di adesione*: un provino di sigillante, di dimensioni 12 x 12 x 48 mm, applicato nel senso della lunghezza tra due piastre ricavate con lo stesso materiale da sigillare, con l'osservanza delle prescrizioni d'impiego e con l'uso di eventuale "primer", dovrà potersi allungare, dopo indurimento, del 150% rispetto alla dimensione iniziale e mantenere questo allungamento per 24 ore a 25 °C e 50% U.R. senza screpolarsi o rompersi o perdere adesività. A prova ultimata il provino, sottoposto ad allungamento a rottura, dovrà rompersi per rilascio adesivo, ma non coesivo.
- b) - *Prova di resistenza all'acqua*: un provino già indurito, immerso in acqua per almeno 7 giorni, dovrà superare positivamente la prova di cui alla lett. a).
- c) - *Prova di resistenza alle basse temperature*: un provino preparato come in a) e sottoposto per 4 ore alla temperatura di -25 °C, dovrà potersi allungare del 100% senza rotture di sorta.
- d) - *Prova di resistenza alle alte temperature*: un provino preparato come in a) e sottoposto per 24 ore alla temperatura di + 75 °C, dovrà potersi allungare del 100% senza rotture di sorta.
- e) - *Prova di recupero elastico* un provino preparato come in a) e sottoposto dopo indurimento ad un allungamento del 100% per 24 ore, dovrà recuperare, a rilascio del carico, non meno dell'80% della dilatazione subita, nel tempo di 60 secondi.

Per i sigillanti elasto-plastici e plastici potranno invece venire richieste le seguenti prove corrispondenti:

- a') - *Prova di adesione*: sarà effettuata solo per i tipi elasto-plastici a solvente, con le modalità di cui alla corrispondente prova a) ma con la riduzione dell'allungamento al 50-75% della dimensione iniziale, secondo i casi.
- b') - *Prova di resistenza all'acqua* un provino di sigillante, di dimensioni 6 x 12 x 240 mm, indurito su supporto antiadesivo, immerso in acqua per 7 giorni e ricondizionato per 24 ore a 25 °C e 50% U.R., non dovrà presentare una variazione di massa superiore al 10%.
- c') - *Prova di resistenza alle basse temperature* un provino preparato come in b') e sottoposto per 4 ore alla temperatura di -25 °C, dovrà rimanere inalterato ne presentare crepe per piegamento a 180°.
- d') - *Prova di resistenza alle alte temperature*: un provino preparato come in b') e sottoposto per 24 ore alla temperatura di + 65 °C, dovrà rimanere inalterato e non presentare crepe per piegamento a 180°.
- e') - *Prova di recupero elastico*: un provino di sigillante elasto-plastico, preparato come in a) e sottoposto dopo indurimento ad un allungamento del 50% per 24 ore, dovrà recuperare, a rilascio del carico, non meno del 15% della dilatazione subita, nel tempo di 60 secondi.

12.2.2. Sigillanti poliuretanic

Costituiti da un vasto numero di componenti base, potranno essere mono o bicomponenti, autolivellanti o tixotropici. Saranno caratterizzati in ogni caso da eccezionale resistenza all'abrasione, eccellente resistenza agli oli, buona flessibilità alle basse temperature, eccellente elasticità, buona resistenza ai solventi e al fuoco.

12.2.3. Sigillanti polisolfurici

Costituiti da uno o due componenti a base di polimeri polisolfurici, i sigillanti in argomento dovranno presentare elevata elasticità, ottima resistenza ai raggi ultravioletti, agli agenti meteorologici, alle atmosfere aggressive, e inoltre all'acqua, agli oli, ai grassi ed a molti solventi, ai carburanti, ecc.

12.2.4. Sigillanti a basso recupero elastico

Nel tipo elasto-plastico saranno costituiti da elastomeri a base acrilica o butilica (in solvente), nel tipo plastico da prodotti a base di poliisobutilene in pani o profilati a sezione varia o a base di oli essiccativi o mescole speciali di elastomeri e bitume.

Destinati nel primo tipo alla sigillatura di giunti soggetti a limitato movimento ($\pm 5\%$ sull'ampiezza del giunto) o nel secondo a giunti fissi, avranno in tutti i casi buona resistenza all'azione dei raggi u.v. e agli sbalzi di temperatura ($-25/+70$ °C). Caratteristiche più specifiche comunque, ove non riportate in Elenco, saranno prescritte dalla Direzione in rapporto ai particolari campi d'impiego.

12.3. GUARNIZIONI

12.3.0. Generalità

Materiali di tenuta al pari dei sigillanti, ma allo stato solido preformato (e anche prevulcanizzato o prepolimerizzato), potranno essere costituiti da prodotti elastomerici o da materie plastiche⁽¹⁵⁸⁾.

Con riguardo alla struttura fisica e alle caratteristiche meccaniche le guarnizioni si distingueranno poi in *compatte* (normali o strutturali, quest'ultime dotate anche di portanza meccanica) ed *espansive* (a celle aperte o chiuse). Caratteristiche comuni dovranno essere comunque l'ottima elasticità, la morbidezza, la perfetta calibratura, la resistenza agli agenti atmosferici e in generale all'invecchiamento. Resta stabilito comunque che, ove non diversamente prescritto, le guarnizioni saranno fornite nel tipo elastomerico. Vale la norma:

UNI EN 681-1 - Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua. Gomma vulcanizzata.

12.3.1. Guarnizioni elastomeriche

Avranno le prestazioni prescritte in Elenco o dichiarate dal produttore ed accettate dalla Direzione dei lavori. Per le prove si farà riferimento alle norme UNI, UNI EN o UNI EN ISO o, in subordine, alle norme ASTM o a quelle diverse di cui alla certificazioni di riferimento.

12.3.2. Guarnizioni in cloruro di polivinile (PVC)

Realizzate con cloruro di polivinile ad alto peso molecolare ($K > 70$), avranno resistenza a trazione compresa tra $14 \div 20$ MPa, allungamento a rottura compreso tra $200 \div 350\%$ e durezza Shore A compresa tra $76 \div 80$ punti.

Le guarnizioni presenteranno vasta gamma di colori e inoltre ottima resistenza all'invecchiamento, agli acidi e basi concentrate, alle soluzioni saline e agli agenti ossidanti. Le temperature d'impiego saranno comprese tra $-25/+50$ °C; le caratteristiche meccaniche corrisponderanno alle norme stabilite per le guarnizioni (ASTM C-542 od UNI).

⁽¹⁵⁸⁾ V. classificazione UNIPLAST: Materiali di tenuta.

12.3.3. Guarnizioni in poliuretano espanso

Saranno di norma costituite da espansi a celle aperte (densità $60 \div 80 \text{ kg/m}^3$) impregnati di una speciale miscela bituminosa (in rapporto di $80 \div 90 \text{ kg/m}^3$). La schiuma sarà autoestinguenta e inoltre resistente agli acidi, alle basi, agli agenti atmosferici e alla temperatura (fino a $100 \text{ }^\circ\text{C}$).

In applicazione, le proprietà di tenuta saranno determinate dai seguenti gradi di compressione:

- al 50% dello spessore originario, per la tenuta all'aria e alla polvere;
- al 25% dello spessore originario, per la tenuta agli agenti atmosferici;
- al 15% dello spessore originario, per la tenuta al vapore e all'acqua (idrostatica).

12.4. IDROFUGHI

Qualunque sia la composizione chimica (fluati, soluzioni saponose, ecc.) dovranno conferire alle malte o ai calcestruzzi cui verranno addizionati efficace e duratura impermeabilità senza peraltro alterare le qualità fisico meccaniche delle stesse né aggredire gli eventuali ferri di armatura. Dovranno altresì lasciare inalterati i colori nonché, per intonaci cementizi a contatto con acque potabili, non alterare in alcun modo i requisiti di potabilità.

Gli idrofughi saranno approvvigionati in confezioni sigillate riportanti, oltre al tipo di materiale, il nome della ditta produttrice e le modalità di impiego. Le caratteristiche del prodotto dovranno essere adeguatamente certificate.

12.5. IDROREPELLENTI

Costituiti in linea generale da resine siliconiche in soluzione acquosa o 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 o 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 traspirabilità 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 dovranno essere approvvigionati come al precedente punto 55.4. Le qualità richieste dovranno essere idoneamente certificate e garantite per un periodo di durata non inferiore a 5 anni.

12.6. ADDITIVI

Gli additivi per calcestruzzi e malte, a qualunque tipo appartengano (fluidificanti, aereanti, acceleranti, antigelo, ad azione combinata), dovranno rispettare le specificazioni della normativa UNI EN 934 (2-3-4-6); in particolare, per i calcestruzzi, la norma UNI EN 934-2, richiamata al paragrafo 11 del D.M. 14 settembre 2005, e che qui si riporta in titolo:

UNI EN 934-2 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Additivi per calcestruzzo. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura.

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, la conformità del prodotto ai requisiti richiesti e alle disposizioni vigenti.

Gli additivi a base di aggregati metallici ferrosi catalizzati, per malte e calcestruzzi esenti da ritiro o a espansione controllata, dovranno essere esenti da prodotti chimici generatori di gas, nonché da oli, 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.

Tutti gli additivi per calcestruzzi e malte dovranno essere marcati CE; detta marcatura riporterà le informazioni contenute nella Fig. ZA.1 di cui all'Appendice ZA della norma. Il sistema di attestazione della conformità alla parte armonizzata della norma di riferimento sarà, per i calcestruzzi, del tipo "2+". Si richiamano inoltre le UNI 8146 (Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi) e la UNI 9527 (Prodotti ausiliari per impasti cementizi a base di polimeri organici).

Art. 13 PRODOTTI DI MATERIE PLASTICHE

13.0 GENERALITÀ

Per la definizione, la classificazione e le prescrizioni sulle materie plastiche in generale, si farà riferimento alla normativa UNI (Materie plastiche), (Prove sulle materie plastiche), (Prodotti semifiniti e finiti di materie plastiche).

13.1. LASTRE ONDULATE TRASLUCIDE

Formate con resine poliestere armate con fibre di vetro, dovranno presentare elevata resistenza meccanica, stabilità dimensionale, elasticità, resistenza all'abrasione, agli agenti atmosferici e agli sbalzi termici. Dovranno inoltre rispondere alle prescrizioni delle norme UNI 6774 e 6775.

TAB. 47 - Lastre ondulate traslucide.
Tipi unificati

Presso P mm	Altezza d'onda h mm
78	17
146	48
152,4	47
152,4	50
177	51

13.2. TUBI E RACCORDI DI CLORURO DI POLIVINILE (PVC)

13.2.0. Generalità

Saranno fabbricati con mescolanze a base di cloruro di polivinile ⁽¹⁵⁹⁾, esenti da plastificanti e opportunamente stabilizzate. Saranno inoltre conformi alle prescrizioni delle seguenti norme di unificazione:

- UNI EN 1401-1** - Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specificazioni per i tubi, i raccordi ed il sistema.
- UNI EN 1452-1** - Sistemi di tubazioni di materie plastiche per adduzione di acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Generalità.
- UNI EN 1452-2** - Sistemi di tubazioni di materie plastiche per adduzione di acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Tubi ⁽¹⁶⁰⁾.
- UNI EN 1453-1** - Sistemi di tubazioni di materie plastiche con tubi a parete strutturata per scarichi (a bassa ed alata temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specifiche per i tubi ed il sistema.
- UNI EN 1456-1** - Sistemi di tubazioni di materie plastiche per fognature e scarichi in pressione interrati e fuori terra. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specifiche per i componenti della tubazione e per il sistema.
- UNI 10968** - Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi interrati non a pressione. Sistemi di tubazione a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 1, Specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema.

13.2.1. Tubi e raccordi per adduzione d'acqua

⁽¹⁵⁹⁾ Con la dizione "mescolanze a base di PVC" si intendono miscele a base di cloruro di polivinile con gli ingredienti necessari per una appropriata fabbricazione del prodotto e tali comunque che il manufatto risponda ai requisiti specificati dalle superiori norme e alle prescrizioni del Ministero della Sanità, se necessario.

Le mescolanze avranno comunque massa volumica compresa tra $1,37 \div 1,45 \text{ g/cm}^3$, carico unitario a snervamento non inferiore a 480 kgf/cm^2 , allungamento a snervamento minore del 10%, modulo di elasticità di circa 30.000 kgf/cm^2 , coefficiente di dilatazione termica lineare compreso tra $60 \div 80 \text{ per } 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ (le caratteristiche delle mescolanze hanno valore indicativo e non dovranno confondersi con le caratteristiche dei tubi previste dalla superiore normativa).

⁽¹⁶⁰⁾ V. anche UNI EN 1452-3 (Raccordi); 1452-4 (Valvole ed attrezzature ausiliarie); 1452.5 (Idoneità all'impiego del sistema); 1452-6 (Guida per l'installazione). Per i tubi di PVC da impiegare nelle condotte interrate di coinvolgimento dei gas combustibili, e per i relativi raccordi, sarà fatto riferimento alle UNI 7445 e 7446.

Saranno fabbricati con una composizione di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) e additivi in misura e qualità tali da non costituire pericolo tossico, organolettico o microbiologico (tali caratteristiche estendendosi a tutti i componenti del sistema) e da non influenzare le proprietà fisico-meccaniche dei prodotti e quelle di incollaggio.

I tubi avranno parete opaca e saranno colorati a spessore nei colori grigio, blu e crema. Avranno diametro esterno nominale e spessori nominali di parete come da Tab. 48 dove il coefficiente di impiego è un coefficiente di sicurezza.

La massa volumetrica " ρ " dei tubi, misurata secondo ISO 1183 a 23 °C, dovrà essere compresa tra 1350 e 1460 kg/m³; la resistenza minima richiesta, MRS, come definita dalla EN 1452-1, dovrà essere di almeno 25 MPa (N/mm²). La pressione operativa ammissibile (PFA), per temperature fino a 25 °C, sarà uguale alla pressione nominale PN; per temperature comprese tra 25 e 45 °C, alla PN sarà applicato un coefficiente di riduzione da-to dal diagramma riportato nell'Appendice A della UNI 1452-2.

Come caratteristiche meccaniche i tubi con spessore nominale di parete $\leq 14,9$ mm, provati secondo EN 744, dovranno avere un TIR (percentuale reale di rottura) $\leq 10\%$; i tubi della serie da S5 a S10 dovranno essere sottoposti a prova di livello medio, M, e quelli della serie da S12,5 a S20, a prova di livello elevato, H, secondo il prospetto 6 della norma. Si farà invece riferimento al prospetto 7 per la prova di resistenza alla pressione idrostatica interna (secondo EN 921). I tubi dovranno presentare temperatura di rammollimento Vicat ≥ 80

°C, ritiro longitudinale $\leq 5\%$ e non devono contenere cloruro di vinile monomero in quantità maggiore di 1 ppm (ISO 6401).

La marcatura sarà conforme al prospetto 10 della norma e dovrà contenere, oltre alle informazioni di rito, il diametro esterno nominale \varnothing spessore di parete e la pressione nominale PN. Per i tubi destinati alla distribuzione di acqua, si dovrà avere una marcatura supplementare con la parola "ACQUA".

TAB. 48 - Tubi e raccordi per adduzione d'acqua. Spessori nominali di parete minimi (mm)

Diametro esterno nominale	Spessore di parete nominale (minimo)							
	Serie Tubi S							
	S 20 (SDR 41)	S 16 (SDR 33)	S 12,5 (SDR 26)	S 10 (SDR 21)	S 8 (SDR 17)	S 6,3 (SDR 13,6)	S 5 (SDR 11)	
d_n	Pressione nominale PN basata sul coefficiente di impiego (progetto) $C = 2,5$							
		PN 6	PN 8	PN 10	PN 12,5	PN 16	PN 20	
40		1,5	1,6	1,9	2,4	3,0	3,7	
50		1,6	2,0	2,4	3,0	3,7	4,6	
63		2,0	2,5	3,0	3,8	4,7	5,8	
75		2,3	2,9	3,6	4,5	5,6	6,8	
90		2,8	3,5	4,3	5,4	6,7	8,2	
	Pressione nominale PN basata sul coefficiente di impiego (progetto) $C = 2,0$							
		PN 6	PN 8	PN 10	PN 12,5	PN 16	PN 20	PN 25
110		2,7	3,4	4,2	5,3	6,6	8,1	10,0
125		3,1	3,9	4,8	6,0	7,4	9,2	11,4
140		3,5	4,3	5,4	6,7	8,3	10,3	12,7
160		4,0	4,9	6,2	7,7	9,5	11,8	14,6
180		4,4	5,5	6,9	8,6	10,7	13,3	16,4
200		4,9	6,2	7,7	9,6	11,9	14,7	18,2
225		5,5	6,9	8,6	10,8	13,4	16,6	-
250		6,2	7,7	9,6	11,9	14,8	18,4	-
280		6,9	8,6	10,7	13,4	16,6	20,6	-
315		7,7	9,7	12,1	15,0	18,7	23,2	-
355		8,7	10,9	13,6	16,9	21,1	26,1	-
400		9,8	12,3	15,3	19,1	23,7	29,4	-
450		11,0	13,8	17,2	21,5	26,7	33,1	-
500		12,3	15,3	19,1	23,9	29,7	36,8	-
560		13,7	17,2	21,4	26,7	-	-	-
630		15,4	19,3	24,1	30,0	-	-	-
710		17,4	21,8	27,2	-	-	-	-
800		19,6	24,5	30,6	-	-	-	-
900		22,0	27,6	-	-	-	-	-
1000		24,5	30,6	-	-	-	-	-

TAB. 49 - Tubi di PVC-U per condotte di scarico interrattate. Diametri nominali e spessori

Diametro nominale DN/OD Diametro esterno nominale d_n	Diametro esterno medio $d_{em.max.}$	SN2 SDR51		SN4 SDR41		SN8 SDR34	
		$e_{min.}$	$e_{min.max.}$	$e_{min.}$	$e_{min.max.}$	$e_{min.}$	$e_{min.max.}$
110	110,3	-	-	3,2	3,8	3,2	3,8
125	125,3	-	-	3,2	3,8	3,7	4,3
160	160,4	3,2	3,8	4,0	4,6	4,7	5,4
200	200,5	3,9	4,5	4,9	5,6	5,9	6,7
250	250,5	4,9	5,6	6,2	7,1	7,3	8,3
315	315,6	6,2	7,1	7,7	8,7	9,2	1,04
400	400,7	7,9	8,9	9,8	11,0	11,7	13,1
500	500,9	9,8	11,0	12,3	13,8	14,5	16,3
630	631,1	12,3	13,8	15,4	17,2	18,4	20,5
800	801,3	15,7	17,5	19,6	21,8	-	-
1000	1001,6	19,6	21,8	24,5	27,2	-	-

Nota: Per le definizioni e la simbologia v. il punto 3 della UNI EN 1401-1

13.2.2. Tubi e raccordi per fognature e scarichi interrati

Definiti dai codici "U" ⁽¹⁶¹⁾ e "UD" ⁽¹⁶²⁾ in rapporto all'area di applicazione, saranno formati con PVC-U e

⁽¹⁶¹⁾ Codice U: codice per area di applicazione interrata all'esterno della struttura dell'edificio.

idonei additivi, con contenuto di PVC non inferiore all'80% in massa per i tubi e all'85% per i raccordi stampati ad iniezione, il tutto conformemente alla norma UNI EN 1401-1 riportata nelle generalità, con particolare riferimento ai Prospetti 1 e 2 della stessa e ai metodi di prova di cui alla UNI EN 291. Saranno colorati in tutto il suo spessore, di regola nei colori marrone arancio (RAL 8023) o grigio (RAL 7037) ⁽¹⁶³⁾.

I diametri ester-ni e gli spessori minimi e massimi dovranno essere conformi, in rapporto alla diversa rigidità anulare nominale SN (kN/m²) ai valori riportati nella Tabella 49; lo scostamento dalla circolarità (ovalizzazione), misurato direttamente dopo la produzione, dovrà essere non superiore a 0,024 d_n. Per le dimensioni dei raccordi, dei bicchieri e dei codoli, sarà fatto riferimento ai punti 6.3 e 6.4 della UNI EN citata; per la tipologia dei raccordi, al punto 6.5.

I tubi presenteranno una percentuale reale di rottura (TIR) da prova d'urto non superiore al 10% (prova EN 744) ed inoltre una temperatura di rammollimento Vicat (VST) superiore a 79 °C ed un ritiro longitudinale (EN 743) non superiore al 5%. Per i raccordi si farà riferimento ai Prospetti 11 e 13 della norma.

I tubi dovranno essere marcati ad intervalli massimi di due metri, con riporto: il riferimento alla norma, il codice di area di applicazione, la dimensione nominale, lo spessore minimo di parete o SDR, il materiale, la rigidità anulare nominale (SN) ed infine l'eventuale simbolo del cristallo di ghiaccio per impiego alle basse temperature ed il marchio di fabbrica.

13.3. TUBI, RACCORDI E VALVOLE DI POLIETILENE

13.3.1. Tubi, raccordi e valvole di polietilene per la distribuzione di gas combustibili

Dovranno rispondere alle norme UNI EN 1555-1 (Generalità), UNI EN 1555-2 (Tubi), UNI EN 1555-3 (Raccordi), UNI EN 1555-4 (Valvole) nonché alle parti 5 e 7 per l'idoneità all'impiego del sistema e la guida alla conformità e dovranno resistere ad una pressione massima di esercizio "MOP" di 10 bar ad una temperatura di riferimento di 20 °C. Per la composizione del *compound* sarà fatto riferimento al prospetto 1 della UNI EN 1555-1.

I tubi avranno colore giallo o nero con strisce gialle di identificazione, diametri di 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110, 125, 140, 630 mm, spessore di parete minimo connesso ai due tipi di serie (SDR 17,6 e SDR 11) come da prospetto 2 della norma e caratteristiche di cui in precedenza, specificherà anche il tipo di fluido interno (gas). Si richiamano le norme:

UNI 8849 - Raccordi di polietilene saldabili per fusione mediante elementi riscaldanti, per condotte per convogliamento di gas Combustibile. Tipi di dimensioni e requisiti (pressioni di esercizio non maggiori di 4 bar).

UNI 8850 - Raccordi di polietilene saldabili per elettrofusione per condotte interrate per convogliamento di gas Combustibile. Tipi di dimensioni e requisiti (pressioni di esercizio non maggiori di 4 bar).

UNI EN 13774 - Valvole per i sistemi di distribuzione gas con pressione massima di esercizio non maggiore di 16 bar.

13.3.2. Tubi per distribuzione d'acqua ⁽¹⁶⁴⁾

Dovranno rispondere alle specifiche della seguente norma:

UNI EN 12201-2- Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Tubi.

Saranno composti con materiali conformi ai requisiti specificati nella norma UNI EN 12201-1, avranno colore blu o nero con strisce blu e dovranno rispettare le prescrizioni regolamentari vigenti (D.M. 21.03.1973, Circ. Min. San. 2.12.1978, n. 102). Avranno dimensioni nominali e spessore di parete come al prospetto 2 della norma, parzialmente riportato nella Tab. 54, e caratteristiche meccaniche e fisiche come ai prospetti 3, 4 e 5. In particolare: resistenza alla pressione idrostatica ad 80 °C (prova EN 921), allungamento a rottura $\geq 350\%$ (prove EN ISO 6259-1 e ISO 6259-3), indice di fluidità in massa MFR con variazione a seguito della lavorazione $\pm 20\%$ (prova EN ISO 1133, condizione T), tempo di induzione all'ossidazione ≥ 20 min (prova EN 278).

⁽¹⁶²⁾ Codice UD: codice per area di applicazione interrata sia all'interno che all'esterno dell'edificio.

⁽¹⁶³⁾ Secondo il registro dei colori RAL 840-HR.

⁽¹⁶⁴⁾ Tutti i costituenti del sistema devono essere conformi alle prescrizioni regolamentari vigenti. Si citano: D.M. 21.3.1973 – Disciplina degli imballaggi, recipienti, utensili destinati a venire in contatto con gli alimenti; Circ. 2.12.1978, n. 102 M.S. – Disciplina igienica concernente le materie plastiche, le gomme per tubazioni ed accessori destinati a venire in contatto con acqua potabile e da rendere potabile.

TAB. 50 - Tubi di polietilene per distribuzione d'acqua. Spessori di parete e relative tolleranze (mm) (167)

Serie dei tubi	SDR 7,4 S 3,2		SDR 11 S 5		SDR 17 S 8		SDR 26 S 12,5	
	Pressione nominale PN in bar							
PE 80	PN 20		PN 12,5		PN 8		PN 5	
PE 100	PN 25		PN 16		PN 10		PN 6	
Dimensione nominale	Spessore di parete							
	e _{min.}	e _{max.}	e _{min.}	e _{max.}	e _{min.}	e _{max.}	e _{min.}	e _{max.}
40	5,5	6,2	3,7	4,2	2,4	2,8	–	–
50	6,9	7,7	4,6	5,2	3,0	3,4	2,0	2,3
63	8,6	9,6	5,8	6,5	3,8	4,3	2,5	2,9
75	10,3	11,5	6,8	7,6	4,5	5,1	2,9	3,3
90	12,3	13,7	8,2	9,2	5,4	6,1	3,5	4,0
110	15,1	16,8	10,0	11,1	6,6	7,4	4,2	4,8
125	17,1	19,0	11,4	12,7	7,4	8,3	4,8	5,4
140	19,2	21,3	12,7	14,1	8,3	9,3	5,4	6,1
160	21,9	24,2	14,6	16,2	9,5	10,6	6,2	7,0
180	24,6	27,2	16,4	18,2	10,7	11,9	6,9	7,7
200	27,4	30,3	18,2	20,2	11,9	13,2	7,7	8,6
225	30,8	34,0	20,5	22,7	13,4	14,9	8,6	9,6
250	34,2	37,8	22,7	25,1	14,8	16,4	9,6	10,7
280	38,3	42,3	25,4	28,1	16,6	18,4	10,7	11,9
315	43,1	47,6	28,6	31,6	18,7	20,7	12,1	13,5
355	48,5	53,5	32,2	35,6	21,1	23,4	13,6	15,1
400	54,7	60,3	36,3	40,1	23,7	26,2	15,3	17,0
450	61,5	67,8	40,9	45,1	26,7	29,5	17,2	19,1
500	–	–	45,4	50,1	29,7	32,8	19,1	21,2
560	–	–	50,8	56,0	33,2	36,7	21,4	23,7
630	–	–	57,2	63,1	37,4	41,3	24,1	26,7
710	–	–	–	–	42,1	46,5	27,2	30,1
800	–	–	–	–	47,4	52,3	30,6	33,8
900	–	–	–	–	53,3	58,8	34,4	38,3
1000	–	–	–	–	59,3	65,4	38,2	42,2

Ove per installazioni particolari fosse necessario valutare la resistenza chimica, i tubi dovranno essere classificati secondo le ISO 4433-1 e ISO 4433-2 ⁽¹⁶⁵⁾.

I tubi dovranno essere marcati in materia indelebile con le seguenti specifiche: numero della norma, marchio di fabbrica, dimensioni (dn e en), serie SDR, materiale e designazione (es. PE 80), classe di pressione in bar (PN), periodo di produzione.

79.3.3. Tubazioni in pressione per trasporto d'acqua, per fognature e scarichi

Destinate ad essere adoperate per interrimento nel suolo, per sbocchi a mare, per posa in acqua, in sospensione sotto ponte,

ecc., con una pressione massima operativa (MOP) fino a 25 bar, con temperatura di esercizio di riferimento di 20 °C, dovranno rispondere alle prescrizioni della seguente normativa:

UNI EN 13244-1- Sistemi di tubazioni di materia plastica in pressione, interrati e non, per il trasporto di acqua per usi generali, per fognature e per scarichi. Generalità.

UNI EN 13244-2- Idem. Tubi.

I tubi saranno composti con materiali conformi ai requisiti specificati nella norma 13244-1, avranno colore nero o nero con strisce di colore marrone e dovranno essere saldabili. La resistenza minima a trazione (MRS) sarà di 8,0 MPa per il materiale PE 80 e di 10,0 MPa per quello PE 100.

Le dimensioni nominali prevedono diametri da 32 a 1600 mm con spessori di parete uguali a quelli dei tubi UNI EN 12201-2 riportati in Tab. 50. Lo stesso dicasi per le caratteristiche meccaniche e fisiche.

13.3.4. Tubi a parete strutturata per scarichi

Dovranno rispondere alle prescrizioni della seguente norma ⁽¹⁶⁶⁾:

UNI 10968-1 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi interrati non a pressione. Sistemi a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 1 – Specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema.

13.4 TUBI E RACCORDI DI RESINE TERMO-INDURENTI RINFORZATE CON FIBRE DI VETRO (PRFV)

13.4.0. Generalità

Saranno costituiti da resine poliestere insature termoindurenti, armate con fibre di vetro e sottoposte a processo di polimerizzazione, con aggiunta o meno di cariche, inerti ed agenti polimerizzanti (acceleranti, catalizzatori, induritori, inibitori). La fabbricazione sarà effettuata di norma su mandrino rotante con procedimento per

⁽¹⁶⁵⁾ Una guida per la resistenza dei tubi di polietilene ai prodotti chimici è data dalla ISO/TR 10350.

⁽¹⁶⁶⁾ In fase di coesistenza con la norma sostitutiva UNI EN 13476.

avvolgimento continuo o per centrifugazione.

Per la normativa, salvo diversa specifica, si farà riferimento alla UNI 9032 ⁽¹⁶¹⁾ che si applica alle seguenti classi di tubi:

- CLASSE A – Tubi monoparete rinforzati con fibre di vetro fabbricati su mandrino per avvolgimento di fili.
(Sono da considerare inclusi, anche se non espressamente indicati dalla normativa, i tubi caricati con inerti silicei onde aumentare il grado di rigidità);
- CLASSE B – Tubi con «liner» in termoplastico;
- CLASSE C – Tubi in aggregato con resine termoindurenti;
- CLASSE D – Tubi monoparete prodotti per centrifugazione;
- CLASSE E – Tubi monoparete rinforzati con nervature prodotti su mandrino;
- CLASSE F – Tubi a doppia parete prodotti su mandrino.

Con riferimento all'impiego i tubi verranno distinti in Tipi secondo il Prospetto I della UNI 9032, tra le quali: T1 (in pressione, temperatura fino a 60 °C per convogliamento di acqua potabile o da potabilizzare, secondo D.M. 21 marzo 1973 e Circolare 2 dicembre 1978, n. 102 del Ministero della Sanità); T2 (in pressione, temperatura fino a 60 °C, per convogliamento di fluidi alimentari); T3 (in pressione, temperatura fino a 80 °C, per convogliamento di liquami e scarichi civili); T4 (per irrigazione); T5 (in pressione, temperatura fino a 80 °C, per convogliamento di acqua di mare e prodotti chimici).

Per quanto riguarda i metodi di prova si farà riferimento alle norme UNI 9033/1^a÷17^a di pari oggetto. Potrà farsi pure riferimento, per quanto non contemplato dalla citata normativa e non in contrasto con le presenti norme al «Disciplinare tra la fornitura e posa in opera di tubazioni in plastica rinforzati con fibre di vetro» in uso presso la ex Cassa per il Mezzogiorno.

13.4.1. Materiali

Le resine generalmente impiegate saranno quelle del tipo poliestere insature. Potranno essere impiegate anche quelle del tipo epossidiche o altre termoindurenti purché non diversamente prescritto o particolarmente escluso.

Le resine potranno contenere cariche (ad es. per controllare la viscosità, migliorare la resistenza all'abrasione, aumentare il grado di rigidità, la resistenza all'urto, ecc.) ed eventuali pigmenti coloranti purché di tipo compatibile con la resina e con l'uso previsto per i manufatti.

I rinforzi dovranno essere costituiti da fibre di vetro «E» e, per alcune forme, da fibre o scaglie di vetro «C». Essi dovranno essere trattati con appretti idonei ad assicurare un buon legame con la matrice.

Gli acceleranti, i catalizzatori, gli induritori e gli inibitori dovranno essere della qualità ed usati nella quantità previste dal produttore della resina al fine della completa polimerizzazione dello stratificato in relazione alle tecnologie di lavorazione.

13.4.2. Composizione dello stratificato

La parete dei tubi e raccordi sarà di norma costruita da una serie di tre strati, costituenti comunque un unico complesso strutturale (stratificato), di cui uno interno (eventualmente rinforzato) ricco di resina, uno meccanico-resistente ed uno esterno.

Gli inerti, se presenti, saranno di norma costituiti da sabbie di quarzo o silicee con contenuto in SiO₂ non inferiore al 94%, diametro massimo dei granuli non superiore ad 1 mm, contenuto di ferro non superiore allo 0,4% ed umidità non superiore all'1%. La percentuale in massa sarà non superiore al 40⁰% per i tubi in pressione ed al 50% per i tubi da scarico. Il contenuto percentuale dei componenti dovrà essere dichiarato dal fabbricante.

13.4.3. Dimensioni

Per i tubi di classe A, C, E, F i diametri nominali DN saranno conformi al Prospetto II di cui al punto 8 delle norme (....40-50-65-75-80-90-100-110-125-160- 220-250-....500-600-....1000-1200-....4000). I diametri interni «Di» (dichiarati dal produttore) saranno uguali ai corrispettivi DN con uno scostamento limite dell'1,5÷7%. Per le tecnologie di produzione per avvolgimento continuo su mandrino che fanno riferimento al diametro estemo i diametri estemi «De» (dichiarati dal produttore) saranno uguali ai corrispettivi DN con le tolleranze indicate dalle norme AWWA C 950-81.

⁽¹⁶¹⁾ UNI 9032 - Tubi di resine termoindurenti rinforzati con fibre di vetro (PRFV). Tipi, dimensioni e requisiti.

Le lunghezze utili saranno comprese tra 6 e 18 m con tolleranza + 40/-10 mm sui valori dichiarati. Potranno comunque essere concordate lunghezze di barre differenti.

Per i tubi della classe D i diametri nominali DN saranno conformi all'analogo Prospetto IV delle norme (100-200-300-....1000-1200-....4000). I diametri esterni «De» (dichiarati dal produttore) saranno quelli indicati nello stesso prospetto con le relative tolleranze. Le lunghezze saranno non inferiori a 6 m.

13.4.4. Classificazione

I manufatti tubolari saranno classificati in base alla loro pressione nominale PN ⁽¹⁶⁸⁾ nonché in base alla loro resistenza meccanica trasversale iniziale caratterizzata dall'indice di rigidità trasversale RG ⁽¹⁶⁹⁾. La norma prevede 14 classi di pressione nominale e 4 classi dell'indice di rigidità come alle Tabelle 51 e 52.

TAB. 51 - Tubi in P.R.F.V. Classi di pressione nominale

Pressione nominale PN (bar)	1	2,5	3,2	4	5	6	8	10	12,5	16	20	25	32	40
-----------------------------	---	-----	-----	---	---	---	---	----	------	----	----	----	----	----

TAB. 52 - Tubi in P.R.F.V. - Classi di rigidità

CLASSI	1250	2500	5000	10000
	Indice di rigidità (N/m ²)(Pa)			
	> 1250 / ≤ 2500	> 2500 / ≤ 5000	> 5000 / ≤ 10000	> 10000

Per le necessità inerenti al calcolo dei tubi, il fattore rigidezza ⁽¹⁷⁰⁾ trasversale EJ (o SF: Stiffness Factor) verrà determinato come specificato nella UNI 9033/8^a. In ogni caso, per le normali applicazioni di condotte interrato, sarà tassativamente esclusa la classe 1250 (salvo opportuno rinforzo delle sezioni). Per i tubi della classe E con irrigidimenti trasversali la rigidità meccanica sarà definita come al punto 14.5.2 della UNI 9032.

13.4.5. Caratteristiche e requisiti di accettazione

I tubi ed i raccordi in PRFV dovranno presentare, unitamente ai requisiti più avanti specificati, superfici lisce ed uniformi esenti da irregolarità e difetti come: delaminazioni, bolle, lesioni fibre affioranti.

La pressione di fessurazione PF ⁽¹⁷¹⁾ dovrà essere non inferiore a quattro volte la pressione nominale PN; quella di rottura PR ⁽¹⁷²⁾ non inferiore a cinque volte. Questi valori faranno riferimento al breve termine e a materiali completamente polimerizzati (contenuto di stirene non reagito non superiore allo 0,3%).

Per quanto riguarda il comportamento dei materiali a lungo termine si farà riferimento alle normative citate.

I tubi ed i raccordi non a pressione saranno soggetti alle condizioni corrispondenti alla PN 1.

Per PN > 1, la resistenza media longitudinale del solo strato meccanico-resistente dovrà essere tale da sopportare una pressione interna pari a 2 PN, considerato il tronco del tubo a sé stante e chiuso alle estremità. Con riguardo alla tenuta idraulica, i manufatti (tubi o raccordi) sottoposti ad una pressione pari a 1,5 volte la pressione nominale PN, non dovranno in alcun modo lesionarsi né manifestare perdite.

Per i tubi delle classi A, C, E, F, gli scostamenti limite sul diametro interno dichiarato «Di» saranno come da Tab. 53. Ove il diametro dichiarato fosse quello esterno «De» gli scostamenti saranno conformi alle norme AWWA C 950-81. Per i tubi della classe D gli scostamenti limite saranno come da Prospetto IV allegato alle norme.

TAB. 53 - Tubi PRFV. Classi A, C, E, F. Tolleranze sul diametro interno

Scostamenti limite su D _i (mm)	
fino a 500	± 1,5
da oltre 500 fino a 1000	± 4
da oltre 1000 fino a 2000	± 5
da oltre 2000 fino a 4000	± 7

⁽¹⁶⁸⁾ La pressione nominale PN corrisponde alla pressione interna massima ammissibile, per servizio continuo, alla temperatura di 23 ± 2 °C, e per convogliamento di acqua (individua il tubo agli effetti della sola resistenza alla pressione interna e non agli effetti della resistenza ai carichi aggiuntivi dei quali dovrà tenersi anche conto in sede di progetto).

⁽¹⁶⁹⁾ L'indice di rigidità trasversale RG è definito dalla formula: $RG = EJ/D^3$ kgf/cm² dove: E = modulo elastico del materiale in direzione circonferenziale espresso in kgf/cm²; J = momento di inerzia trasversale della striscia unitaria della parete del tubo rispetto all'asse neutro della sezione longitudinale della parete stessa in cm⁴/cm; D = diametro nominale del tubo.

⁽¹⁷⁰⁾ Il fattore di rigidezza trasversale SF (Stiffness Factor) viene ricavato dalla formula: $FS = Fr^3/dy$ kgf.cm dove: F = carico esterno sulla generatrice di un tronco di tubo in kgf/cm; r = raggio del tubo in cm; d_y = deflessione trasversale in cm.

⁽¹⁷¹⁾ La pressione di fessurazione è la pressione che provoca lesioni alla parete interna del tubo.

⁽¹⁷²⁾ La pressione di rottura e la pressione alla quale si hanno danni notevoli che interessano la struttura del tubo. Può coincidere con la pressione di fessurazione.

13.4.6. Designazione e marcatura

La designazione dei tubi e raccordi P.R.F.V. per tutte le applicazioni dovrà comprendere: il tipo di manufatto (tubo o raccordo, secondo simbolo distintivo); la natura del materiale; il riferimento alla norma; la classe; la sigla di cui ai Prospetto VI della norma; il diametro nominale DN; il tipo di utilizzazione come da Prospetto I; la pressione nominale PN; l'indice di rigidità trasversale RG.

La marcatura, da apporsi in maniera indelebile nella zona centrale dei manufatti, dovrà comprendere: la *designazione completa*; la *data di produzione* (mese-anno); il *numero di partita* e il *marchio di fabbrica*.

Art. 14 APPARECCHI IDRAULICI

14.0. GENERALITÀ

Tutti gli apparecchi ed i pezzi speciali da impiegare nell'esecuzione delle condotte e delle cabine di manovra dovranno uniformarsi ai tipi specificati in progetto e corrispondere esattamente alle prescrizioni delle relative norme di unificazione nonché ai modelli approvati dalla Direzione Lavori e depositati in campionatura.

I pezzi di fusione dovranno presentare superfici esterne perfettamente modellate, se del caso sbavate e ripassate allo scalpello o alla lima. I piani di combaciamento di tutte le flange dovranno essere ricavati mediante lavorazione al tornio e presentare inoltre una o più rigature circolari concentriche per aumentare la tenuta con guarnizione. Del pari dovranno essere ottenute con lavorazione a macchina tutte le superfici soggette a sfregamenti nonché i fori dei coperchi e delle flange di collegamento.

Tutti i pezzi in ghisa dei quali non sarà prescritta la verniciatura, dopo l'eventuale collaudo in officina dovranno essere catramati o bitumati internamente ed esternamente ⁽¹⁷³⁾. Le superfici esterne grezze in bronzo, rame, ottone, se non diversamente prescritto, saranno semplicemente ripulite mediante sabbatura. Sulla superficie esterna di ogni apparecchio dovrà inoltre risultare, di fusione o con scritta indelebile, la denominazione della ditta costruttrice, il diametro nominale, la pressione nominale e le frecce indicanti la direzione della corrente.

L'Amministrazione appaltante si riserva la facoltà di sottoporre a prove o verifiche gli apparecchi forniti dall'Appaltatore, intendendosi a totale carico dello stesso, come peraltro specificato nelle condizioni generali di fornitura, tutte le spese occorrenti per il prelievamento ed invio, agli Istituti di prova, dei campioni che la Direzione intendesse sottoporre a verifica.

14.1. Valvole per la fornitura d'acqua

14.1.1. Generalità e materiali

Le valvole per la fornitura d'acqua dovranno essere realizzate e fornite nel rispetto delle prescrizioni di cui alle seguenti norme di unificazione:

UNI EN 1074-1 - Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove di verifica. Requisiti generali.

e delle parti specifiche da 2 a 6 che trattano: valvole di intercettazione; valvole di ritegno; sfiati di aria; valvole di regolazione; idranti.

Su una fiancata del corpo delle valvole dovranno essere ricavati di fusione, o impressi in modo leggibile e indelebile, il marchio di fabbrica, il *diametro nominale*, la *pressione nominale* e la *sigla* indicante il materiale del corpo. Sul bordo delle flange dovrà essere indicata la dima di foratura (es. Dima PN10). I DN dovranno essere selezionati tra quelli indicati nella EN 805, con il limite superiore uguale al DN 2000. Per le valvole minori di DN 50 sono obbligatorie solamente le tre seguenti marcature: PN, marchio di fabbrica, riferimento alla norma di prodotto.

Sulle saracinesche di ghisa la bitumatura dovrà essere effettuata con le modalità di cui al punto 51.0. (nota). La verniciatura dovrà invece essere effettuata su tutte le saracinesche di ghisa che non verranno, per apposita

⁽¹⁷³⁾ La catramatura o la bitumatura dovranno essere eseguite immergendo le parti da proteggere (corpi, coperchi, otturatori, sopracappelli, premitreccie) in un bagno di catrame o di bitume rispettivamente. I pezzi, prima dell'immersione, dovranno essere grezzi di fusione, sbavati ed accuratamente puliti dalla ruggine e dai residui di terra da fonderia, nonché preriscaldati alla temperatura di 110 ÷ 140 °C. I catrami dovranno essere di tipo minerale, i bitumi del tipo ossidato: entrambi dovranno essere privi di sostanze che possano alterare i caratteri organolettici dell'acqua convogliata. Il rivestimento dovrà risultare di spessore adeguato, uniforme, nonché privo di bolle o squamature.

disposizione, bitumate e su quelle di acciaio, nonché sulle scatole dei comandi ⁽¹⁷⁴⁾.

14.1.2. Pressioni

Le valvole destinate a sistemi idrici rientrano nella designazione PN e dovranno essere progettate in modo che le loro pressioni caratteristiche PFA (pressione di esercizio ammissibile), PMA (pressione massima ammissibile) e PEA (pressione di prova ammissibile) siano conformi alla Tab. 54 per la corrispondente PN.

TAB. 54 - Rapporti tra le pressioni caratteristiche e quella nominale

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

14.1.3. Temperature

Le valvole dovranno sopportare temperature di esercizio da 0 °C (escluso il gelo) a 40 °C e temperature di stoccaggio da -20 °C a 70 °C.

14.1.4. Tipi di estremità e intercambiabilità

Le valvole dovranno rispettare i requisiti normalizzati dei relativi sistemi di tubazioni. Per l'intercambiabilità delle valvole frangiate, il loro scartamento dovrà essere in accordo con la EN 558-1 e le loro flange con le norme EN citate al punto 4.6 della UNI EN 1074-1.

14.1.5. Velocità massima dell'acqua

In condizioni di portata costante, le valvole dovranno poter sopportare una velocità di flusso di 2,5 m/s per PFA di 6 bar, di 3 m/s per PFA di 10 bar, di 4 m/s per PFA di 16 bar e di 5 m/s per PFA di 25 bar.

14.1.6. Tenuta

Le valvole dovranno garantire la tenuta ad una pressione d'acqua interna uguale al maggiore dei due valori: PEA ovvero 1,5 \times PFA. Inoltre una tenuta all'entrata di aria, acqua ed ogni corpo estraneo.

14.1.7. Prove

Tutte le saracinesche dovranno essere sottoposte alle prove di pressione del corpo e di tenuta delle sedi. Le prove saranno effettuate con le modalità riportate nelle rispettive norme ed avranno durata non inferiore a 10 minuti e comunque sufficiente per constatare la perfetta tenuta del corpo e delle sedi.

14.1.8. Attestato di conformità

L'Appaltatore è tenuto a fornire alla Stazione appaltante un attestato di conformità, rilasciato dal fabbricante, con il quale verrà certificato che le saracinesche fornite sono conformi alla norma UNI richiamata ed a quant'altro è stato oggetto di specifica richiesta.

14.2. Valvole per condotte gas

Dovranno rispondere, in rapporto ai campi di impiego, alle prescrizioni della seguente norma:

UNI EN 14141 - Valvole per il trasporto di gas naturale in condotte. Requisiti prestazioni e prove.

UNI EN ISO 14723- Industria del petrolio e del gas naturale. Sistemi di condotte di trasporto. Valvole per condotte sottomarine.

Art. 15 MATERIALI DIVERSI E SPECIALI

15.1. ACCESSORI PER CAMERETTE E POZZETTI STRADALI

15.1.1. Dispositivi di chiusura per camerette d'ispezione

Potranno essere del tipo quadrato, rettangolare ⁽¹⁷⁵⁾ o circolare, secondo prescrizione, con coperchi chiusini o

⁽¹⁷⁴⁾ La verniciatura dovrà essere eseguita su tutte le parti grezze in vista o interne accessibili (a saracinesca montata) mediante applicazione, salvo diversa specifica, di almeno due mani di vernice protettiva per le saracinesche di ghisa e di vernice a base di alluminio per quelle di acciaio. Tutte le aste di acciaio e le chiavi di manovra dovranno essere protette con vernice bituminosa. Le viti ed i bulloni, montati o da montare, dovranno essere ingrassati ed oleati sulle parti filettate.

tamponi di forma rotonda o quadrata in rapporto ai vari tipi di manufatti, ma comunque con fori di accesso (se accessibili) di luce netta mai inferiore a 600 mm. I materiali di costruzione saranno la ghisa grigia (almeno R 150 UNI ISO 185), la ghisa sferoidale o l'acciaio, impiegati da soli o in unione al calcestruzzo⁽¹⁷⁶⁾.

In ogni caso dovranno essere rispettate le seguenti norme di unificazione:

UNI EN 124 - Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione. Principi di costruzione, prove di tipo, marcatura e controllo di qualità.

I coperchi potranno essere dotati di fori di aerazione⁽¹⁷⁷⁾ di sezione totale non inferiore a: 5% della superficie del cerchio (DN quota di passaggio) per i chiusini aventi quota non superiore a 600 mm; 140 cm² chiusini con quota superiore. Sotto tali coperchi, inoltre, potrà essere richiesta l'installazione di opportuni cestelli in lamiera di acciaio zincata, per la raccolta dei corpi solidi.

Le superfici di contatto dei chiusini, dalla Classe A 15 alla classe F 900 dovranno garantire la dovuta stabilità e silenziosità di esercizio, in particolar modo per le classi D 400, E 600 e F 900. Queste condizioni potranno essere ottenute con tutti i mezzi appropriati, quali: lavorazione meccanica, inserimento di guarnizioni elastiche, appoggio su tre punti, ecc. purché approvati dalla Direzione Lavori.

Ogni chiusoino dovrà riportare, di fusione, il nome e/o la sigla del fabbricante e la classe, funzione quest'ultima del carico di prova⁽¹⁷⁸⁾ in rapporto alle condizioni di esercizio di cui alla Tabella 55.

TAB. 55 - Chiusini per camerette d'ispezione. Classi (Norma UNI EN 124)

CLASSE	CONDIZIONI DI INSTALLAZIONE*	CARICHI DI PROVA KN
A 15	Zone ad esclusivo uso pedonale - Zone ciclabili e/o verde	1,5
B 125	Zone pedonali - Marciapiedi (eccezionalmente soggetti a carichi veicolari).....	12,5
C 250	Zone di banchina - Canalette e cunette	25,0
D 400	Vie di circolazione (Autostrade, strade statali e provinciali)	40,0

* In casi eccezionali (es. aeroporti) i chiusini potranno essere richiesti con portate di 60 t (classe E 600) o 90 t (classe F 900)

15.1.2. Griglie e chiusini per pozzetti stradali (caditoie)

Le griglie potranno avere, in rapporto alle prescrizioni, la superficie superiore sagomata ad inginocchiatoio (ossia piatta e con una leggera pendenza verso il cordolo del marciapiede), ovvero concava (secondo la sagoma della cunetta stradale), con sbarre trasversali oppure parallele alla direzione della carreggiata. La distanza delle traverse, in rapporto all'orientamento rispetto alla direzione del traffico ed alla classe, dovrà risultare conforme ai prospetti 4 e 5 della UNI EN 124.

In tutti i casi la luce netta delle griglie dovrà essere non inferiore a 125 cm² (per pendenza della carreggiata fino al 5%) e convenientemente superiore per maggiori pendenze.

Gli eventuali cestelli⁽¹⁷⁹⁾ per la selezione e raccolta dei detriti solidi dovranno essere realizzati in lamiera di acciaio zincata, con fondo pieno e parete forata, uniti mediante chiodatura, saldatura, flangiatura, ecc. Saranno di facile sollevamento e poggeranno di norma su appositi risalti ricavati nelle pareti dei pozzetti.

In rapporto all'utilizzazione il carico di prova⁽¹⁸⁰⁾ sarà stabilito come alla Tab. 59.

15.1.3. Gradini per pozzetti di ispezione

Potranno essere, secondo prescrizione, in ghisa, in acciaio galvanizzato o zincato, o ancora in acciaio

⁽¹⁷⁵⁾ I telai quadrati saranno preferiti per l'impiego sulle strade pavimentate in lastricato, basolato, ecc. per il migliore adattamento agli elementi della pavimentazione.

⁽¹⁷⁶⁾ Nella soluzione più frequente, specialmente negli altri paesi europei, il telaio è in ghisa e cemento armato, più facilmente collegabile pertanto al sottostante manufatto in calcestruzzo, mentre il coperchio è in ghisa con riempimento in calcestruzzo. In tali tipi, il calcestruzzo dovrà avere una resistenza a compressione a 28 gg pari almeno a 45 N/mm² (norme DIN 4281); quello di riempimento del coperchio inoltre dovrà essere additivato con materiali indurenti (es. carborundum) in modo da raggiungere una resistenza all'abrasione non inferiore all'8° grado della scala Mohs.

⁽¹⁷⁷⁾ L'impiego dei coperchi forati non risulterà idoneo per la copertura di pozzetti profondi, situati in strade con forte pendenza (ad evitare effetti di tiraggio), o laddove negli stessi pozzetti siano da installare apparecchiature e meccanismi particolari (ad evitare ingresso di acqua e di fango).

⁽¹⁷⁸⁾ Tale carico dovrà essere raggiunto in 4 minuti. La forza di pressione dovrà essere esercitata perpendicolarmente al coperchio del chiusoino alloggiato nel proprio telaio a mezzo di un punzone come da prospetto VII della norma.

⁽¹⁷⁹⁾ Ove l'organizzazione comunale non dovesse prevedere un regolare e periodico servizio di vuotatura e manutenzione, l'adozione dei cestelli selettivi non risulta opportuna.

⁽¹⁸⁰⁾ Il carico di prova dovrà essere riportato in fusione su ciascun elemento.

inossidabile. Potranno inoltre avere forma di bacchette (tipo DIN 19555) o di staffe (tipo corto: DIN 1211B; medio: DIN 1211A; lungo: DIN 1212).

Nel primo caso il diametro dovrà essere non inferiore a 20 mm; nel secondo caso lo stesso limite sarà rispettato dalla sezione di incastro dei bracci a mensola. In tutti i casi i gradini dovranno essere provati per un carico concentrato di estremità non inferiore a 3240 N.

15.2. MATERIALI PER GIUNZIONI

15.2.1. Elastomeri per anelli di tenuta

Le speciali gomme con cui verranno formati gli anelli di tenuta potranno essere del tipo naturale (mescole di caucciù) o sintetico (neoprene, ecc.); dovranno comunque possedere particolari caratteristiche di elasticità (rapportate alle caratteristiche geometriche e meccaniche dei tubi) per attestare le quali il fabbricante dovrà presentare apposita certificazione da cui si rilevi il rispetto della normativa UNI EN 681-1⁽¹⁸¹⁾ e comunque i seguenti dati:

- la classe di durezza (come definita al punto 3. della EN 681-1) espressa in gradi internazionali IRH (International Rubber Hardness) e determinata secondo UNI 7318;
- la resistenza a trazione (che comunque non dovrà risultare inferiore a 9 MPa);
- l'allungamento a rottura, in %, il cui valore minimo, determinato secondo ISO 37, non dovrà risultare inferiore ai valori riportati nel prospetto 2 della UNI EN 681/1;
- la deformazione massima residua a compressione, i cui valori non dovranno superare quelli riportati nello stesso prospetto;
- i risultati della prova di invecchiamento e di rilassamento, con riferimento ai valori e ai metodi di prova riportati in prospetto 2 della UNI EN citata.

La Direzione Lavori potrà richiedere comunque un'ulteriore documentazione dalla quale risulti il comportamento degli anelli nelle prove di: resistenza alla corrosione chimica, resistenza all'attacco microbico e resistenza alla penetrazione delle radici.

Le mescolanze di gomma naturale saranno di prima qualità, omogenee ed esenti da rigenerato o polveri di gomma vulcanizzata di recupero. Per l'impiego su tubazioni destinate a convogliare acqua potabile tali mescolanze non dovranno contenere elementi metallici (antimonio, mercurio, manganese, piombo e rame) od altre sostanze che possano alterare le proprietà organolettiche.

Le guarnizioni con diametro interno fino a 1100 mm dovranno essere ottenute per stampaggio e dovranno presentare omogeneità di materiale, assenza di bolle d'aria, vescichette, forellini e tagli; la loro superficie dovrà essere liscia e perfettamente stampata, esente da difetti, impurità o particelle di natura estranea.

Ogni guarnizione (o unità di imballaggio di elementi di tenuta) dovrà essere marcata in modo chiaro e durevole con le seguenti indicazioni: dimensione nominale, identificazione del fabbricante, tipo di applicazione (182¹⁸²) e classe di durezza, marchio di certificazione dell'organismo di controllo, trimestre ed anno di fabbricazione, eventuali caratteristiche particolari ed infine l'indicazione abbreviata della gomma.

Per le guarnizioni relative alle condotte di gas, si farà riferimento alla seguente norma di unificazione:

UNI EN 682 - Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali elastomerici utilizzati in tubi e raccordi per il trasporto di gas e idrocarburi fluidi.

Gli elementi di tenuta in elastomero per tubi e raccordi per il trasporto di gas ed idrocarburi fluidi saranno classificati in base alla loro durezza secondo le categorie riportate in Tab. 56 ed avranno i requisiti riportati al punto 4 della norma, particolarmente compendiate nei prospetti 2 e 3 della stessa. Per la designazione, le applicazioni e la temperatura di esercizio, si farà riferimento alla Tab. 57.

⁽¹⁸¹⁾ UNI EN 681-1 – Elementi di tenuta in elastometro. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua. Gomma vulcanizzata.

⁽¹⁸²⁾ Tipi di applicazione: WA (convogliamento di acqua fredda potabile); WB (acqua calda potabile fino a 110 °C); WC (convogliamento di acqua non potabile fredda, acque di scarico, fognarie e di acqua piovana); WD (acqua non potabile calda fino a 110 °C); WE (elementi in copolimero isoprene-isobutilene per acqua potabile calda); WF (idem per acqua non potabile calda); WG (convogliamento di acqua non potabile fredda, acque di scarico con temperatura fino a 45 °C in continuo o fino a 95 °C con intermittenza, con resistenza all'olio).

TAB. 56 - Guarnizioni in elastomero

Categoria di durezza
Campo di durezza, IRHD

Ogni elemento di tenuta, o unità imballaggio di elementi di tenuta dovrà essere marcato in maniera

indelebile con le seguenti indicazioni: dimensione no-minale; marchio di fabbrica; riferimento alla norma e ti-po e categoria di durezza; ti-po di elastomero (in sigla); caratteristiche particolari. Per la marcatura CE e l'etichettatura, sarà fatto riferimento all'Appendice ZA.3.

15.2.2. Corda catramata

Dovrà essere di canapa (commercialmente chiamata "tozzo"), del diametro di 15 ÷ 20 mm, formata da quattro o cinque capi leggermente ritorti; sarà ben ventilata e stagionata nonché fortemente ed uniformemente imbevuta di catrame vegetale⁽¹⁸³⁾. Non dovrà assolutamente presentare inclusione di juta o di altra fibra vegetale meno resistente della canapa né dovrà essere imbevuta con bitume derivato dalla distillazione del gas illuminante.

15.2.3. Mastici bituminosi per giunzioni plastiche a caldo

Ottenuti mescolando ad una base di bitume, pece di catrame di carbon fossile od altre simili sostanze plastiche, dei riempitivi insolubili in acqua e non rigonfiabili, tali prodotti dovranno essere resistenti alle radici, avere un punto di rammollimento di almeno 70 °C, presentarsi tenaci, resistenti e non fragili alla temperatura di 0 °C, avere un punto di fusibilità inferiore a 180 °C (al fine di evitare l'evaporazione degli additivi tossici per le radici) e presentare infine una buona adesività alla temperatura di fusione.

Le sostanze impiegate per la produzione dei mastici bituminosi non dovranno inoltre avere effetti tossici sugli operai o sulle acque freatiche, né dovranno essere additivate con fenoli volatili.

15.2.4. Mastici per giunzioni plastiche a freddo

Ottenuti con sostanze a base di bitume o pece di catrame di carbon fossile, i prodotti presenteranno una consistenza plastico-dura, tale però da consentire la lavorazione con i normali mezzi di cantiere ad una temperatura propria di +10 °C (mastici plastici o mastici spatolabili). Gli eventuali additivi emollienti non dovranno essere volatili, e ciò onde evitare l'eccessivo indurimento della massa sigillante.

15.3. MATERIALI PER RIVESTIMENTI PROTETTIVI

15.3.1. Cariche

La polvere di ardesia da impiegare nelle miscele bituminose per rivestimenti protettivi dovrà avere una granulometria tale da costituire residuo, su staccio 0,063 UNI 2332 non superiore al 10%. La stessa percentuale dovrà essere rispettata dalla microfibrina minerale su staccio 0,5 UNI 2332.

15.3.2. Bitume e miscela bituminosa

Dovranno avere le caratteristiche riportate nella Tabella 58.

TAB. 58 - Materiali per rivestimenti bitumati. Caratteristiche

CARATTERISTICHE	Unità di misura	MATERIALI		
		Vernice bituminosa	Bitume ossidato matrice per miscela	Miscela bituminosa
Punto di rammollimento (P.A.)	°C	100 ÷ 110	100 ÷ 110	100 ÷ 120
Penetrazione a 25 °C.	dmm	< 25	< 25	< 20
Punto di rottura Fraass	°C	< -8	< -8	< -6

⁽¹⁸³⁾ Secondo le norme DIN 4038, 500 g di corda, sottoposta per 5 minuti ad un carico di 300 kgf alla temperatura di 25 °C, non dovranno lasciare uscire alcuna goccia della sostanza di imbibizione.

15.3.3. Fibre di vetro per armatura

Dovranno avere le caratteristiche riportate nella Tabella 59.

TAB. 59 - Fibre di vetro per rivestimenti armati. Caratteristiche

MATERIALI	CARATTERISTICHE				
	Massa (g/m ²)	Rottura a trazione		Classe idrolitica %	Massa dopo calcinazione g/m ²
		longitudinale kg /5 cm	trasversale kg/5 m		
Tessuto di vetro «tipo 7»	210 ± 20	> 40	> 40	< 3	> 170
Tessuto di vetro «tipo 8»	210 ± 20	> 40	> 40	< 3	> 170
Tessuto di vetro «tipo 9»	60 ± 10	> 15	> 3	< 3	> 40

15.4. APPARECCHI DI APPOGGIO

15.4.0. Generalità

Tutti i materiali da impiegare nella costruzione degli apparecchi di appoggio saranno sottoposti a collaudo tecnologico da parte della Direzione Lavori, a cura e spese dell'Appaltatore e alla presenza di un suo rappresentante, prima dell'inizio della lavorazione. A tale scopo è fatto obbligo all'Appaltatore di concordare in tempo utile con la stessa Direzione, la data di esecuzione di ciascuna operazione di collaudo.

Il collaudo tecnologico sarà di norma eseguito presso i laboratori degli stabilimenti di produzione, ferma restando la facoltà della Direzione Lavori di prelevare campioni da sottoporre a prove presso laboratori di propria scelta ogni qualvolta lo ritenesse opportuno. Gli oneri relativi saranno a carico dell'Appaltatore. Per ogni operazione di collaudo sarà redatto, a cura dello stabilimento di produzione, apposito verbale che sarà firmato dalla Direzione Lavori e dai rappresentanti dello stabilimento e dell'Appaltatore.

I produttori di appoggi strutturali dovranno essere in possesso di attestato di conformità (marcatura CE) secondo il D.P.R. n. 246/93, art. 7, comma 1, lett. A, alla relativa norma europea armonizzata dalla serie UNI EN 1337 tra cui si cita:

UNI EN 1436 - Prestazioni della segnaletica orizzontale per gli utenti della strada.

15.4.1. Apparecchi metallici

Tanto gli apparecchi di tipo mobile, quanto quelli di tipo fisso, dovranno essere realizzati nel rispetto delle prescrizioni contenute al punto 11.5 delle "Norme tecniche per la costruzione" emanate con D.M. 14 settembre 2005.

Le norme dovranno osservarsi anche nel caso in cui gli elementi metallici fossero costituiti da acciai di tipo speciale (al cromo, al nichel-cromo), ovvero da acciai trattati superficialmente con procedimenti chimici o elettrochimici, oppure da placcature o da combinazioni di acciai di diverse qualità. In ogni caso sarà prescritta la presentazione, da parte dell'Appaltatore, di apposito certificato, rilasciato da un Laboratorio ufficiale, comprovante le caratteristiche di resistenza dei metalli.

L'Appaltatore sarà tenuto a presentare in tempo utile all'approvazione della Direzione, il progetto esecutivo degli apparecchi di appoggio. Tale progetto, che dovrà corrispondere alle norme ed ai tipi stabiliti dalla Direzione Lavori, o diversamente indicati, e alle disposizioni e norme vigenti in materia, dovrà contenere:

- la capacità portante degli apparecchi, il coefficiente di attrito e la durabilità;
- il calcolo delle escursioni e delle rotazioni previste per gli apparecchi nelle singole fasi di funzionamento (con esposizione separata dei contributi dovuti ai carichi permanenti e accidentali, alle variazioni termiche, alle deformazioni viscosi e al ritiro del calcestruzzo) tenuto conto di un congruo franco di sicurezza;
- l'indicazione della tolleranza ammessa per l'orizzontalità e il parallelismo dei piani di posa degli apparecchi;
- l'indicazione della prerogolazione da effettuare sugli apparecchi al momento del montaggio, in funzione della temperatura ambiente e della stagionatura del calcestruzzo (se presente) al momento della posa;
- l'indicazione dei materiali componenti l'apparecchio, con riferimento alle norme UNI;
- l'indicazione delle reazioni che gli apparecchi dovranno sopportare, la verifica statica dei singoli componenti e la determinazione delle pressioni di contatto;
- l'indicazione delle modalità di collegamento degli apparecchi ai pulvini e alle strutture degli impalcati e degli eventuali accorgimenti da adottare per il montaggio provvisorio.

Nel caso in cui fosse previsto l'impiego di lamine di resine fluoro-carboniche (tipo Teflon) aventi potere autolubrificante, esse di regola dovranno coprire almeno il 75% della superficie di appoggio e dovranno essere incollate sull'elemento metallico di supporto a mezzo di adesivi speciali strutturali atti ad assicurare l'inamovibilità

delle lamine nelle condizioni di maggiore sollecitazione. Il materiale ⁽¹⁸⁴⁾ potrà essere costituito di resina pura ovvero di resina caricata con vari agenti (fibre di vetro, grafite, ecc.) atti ad aumentarne la resistenza e il potere autolubrificante. Lo spessore delle lamine varierà da 6 mm (se incassate) a 15 mm, salvo diversa prescrizione.

Nel caso di impiego di piastre in ottone, tale materiale dovrà risultare rispondente alle norme UNI in vigore.

15.4.2. Apparecchi di gomma e misti

Potranno essere di *tipo semplice*, costituiti da un solo strato di gomma (in generale di tipo policloroprenico, neoprene, ecc.) o di *tipo armato*, costituiti da strati alterni di gomma e di lamiera di acciaio tra di loro efficacemente incollati.

La gomma avrà durezza Shore A di 60 ± 5 punti (valore medio), carico di rottura a trazione non inferiore a 13 N/mm^2 ed allungamento a rottura non inferiore al 50%. L'acciaio di armatura dovrà avere tensione di snervamento minima di 235 N/mm^2 , tensione di rottura tra $412 \div 520 \text{ N/mm}^2$ ed allungamento a rottura minimo del 23%.

Dovrà farsi comunque riferimento alle norme della serie UNI EN 1337 richiamate nelle generalità e, per quanto non in contrasto con le stesse, alla norma CNR UNI 10018 (oggi ritirata) dal titolo "Istruzioni per il calcolo e l'impiego degli appoggi di gomma nelle costruzioni".

15.5. SEGNALI STRADALI

Tutti i segnali dovranno essere rigorosamente conformi ai tipi, alle dimensioni nonché alle misure prescritte dal Regolamento di Esecuzione del nuovo Codice della Strada (approvato con D.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495, e successive modifiche e integrazioni) ⁽¹⁸⁵⁾.

I segnali saranno costruiti in ogni loro parte in lamiera di acciaio di spessore non inferiore a 10/10 di mm ovvero in lamiera di alluminio semicrudo puro di spessore non inferiore a 25/10 o 30/10 di mm, secondo prescrizione e saranno rinforzati sul perimetro con una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola; sul retro saranno dotati di attacchi speciali per l'ancoraggio dei sostegni.

I segnali, sia di acciaio che di alluminio, dovranno essere idoneamente trattati contro la corrosione e verniciati; in particolare il retro e la scaturatura dei cartelli saranno rifiniti in colore grigio neutro opaco.

I segnali dovranno riportare, sul retro, il nome del fabbricante, quello dell'Ente proprietario della strada e l'anno di fabbricazione. Il complesso di tali iscrizioni non dovrà occupare una superficie maggiore di 200 cm^2 , secondo quanto disposto dall'art. 77 del Regolamento. Per i segnali di precisione, ad accettazione di quelli utilizzati nei cantieri stradali, dovranno inoltre essere riportati gli estremi dell'ordinanza di prescrizione.

L'Appaltatore sarà tenuto a presentare, per la relativa accettazione preliminare, i campioni rappresentativi della fornitura ed inoltre, a garanzia della conformità dei campioni stessi alle norme prescritte, dichiarazioni impegnative e certificati ufficiali di analisi da cui risultino:

- le caratteristiche tecniche dei prodotti impiegati nella fornitura;
- i tipi e i cicli di lavorazione eseguiti presso il fabbricante con l'indicazione delle attrezzature impiegate;
- le prove tecnologiche e le analisi fotometriche effettuate.

La Direzione Lavori si riserva comunque la facoltà di prelevare in qualsiasi momento, senza preavviso, campioni di tutti i materiali impiegati per sottoporli agli accertamenti che riterrà opportuno eseguire presso riconosciuti Istituti specializzati. Il tutto a carico dell'Appaltatore che sarà pertanto tenuto, ove non fosse il diretto produttore, a comunicare tempestivamente il nome del fabbricante.

⁽¹⁸⁴⁾ Il materiale a base di P.T.F.E. dovrà presentare insensibilità completa agli agenti atmosferici, resistenza alla quasi totalità dei prodotti chimici, solventi, carburanti ecc. ed una stabilità termica tale da conservare, in servizio continuo, buone caratteristiche meccaniche da $-270/+270 \text{ }^\circ\text{C}$, intervallo nel quale il coefficiente di attrito dovrà rimanere costante. La resistenza a compressione (deformazione permanente 0,2%) dovrà risultare non inferiore a 14 N/mm^2 (140 kgf/cm^2) nel caso di appoggi con lamina incassata e non inferiore a 7 N/mm^2 negli altri casi. Le caratteristiche del materiale (resistenza, massa volumica, carico di rottura per trazione, durezza Shore e coefficiente di attrito per le varie pressioni) dovranno comunque essere garantite con apposita certificazione.

⁽¹⁸⁵⁾ V. il D.P.R. 26 aprile 1993, n. 147, il D. Lgs. 10 settembre 1993, n. 360, la Legge 29 ottobre 1993, n. 427, la Legge 4 gennaio 1994, n. 19, il D.L. 17 maggio 1996, n. 270; il D.P.R. 16 settembre 1996, n. 610; il D.L. 4 ottobre 1996, n. 517 (conv. in Legge n. 611/96); il D.Lgs. 15 gennaio 2002, n. 9, ecc.

15.6. PELLICOLE RETRORIFLETTENTI

15.6.0. Generalità

Le pellicole retroriflettenti, da impiegare nella realizzazione della segnaletica stradale, dovranno essere flessibili, piane e lisce, resistenti alla trazione ed all'abrasione nonché ai solventi, ai carburanti e lubrificanti, agli agenti atmosferici, alle atmosfere aggressive ed ai raggi ultravioletti. Le superfici inoltre dovranno essere stampabili con apposite paste serigrafiche trasparenti (e coprenti) e lavabili con detersivi anche forti senza subire decolorazione alcuna, o fessurazione o corrugamento. Per le proprietà di riflessione dovranno infine essere conformi alle prescrizioni di cui al D.M. 31 marzo 1995 che approva il "Disciplinare tecnico sulle modalità di determinazione dei livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti impiegate per la costruzione dei segnali stradali" ⁽¹⁸⁶⁾.

In termini qualitativi le pellicole retroriflettenti saranno ritenute accettabili se avranno superato positivamente le prove di *adesività*, di *flessibilità*, di *resistenza all'invecchiamento accelerato*, alla *nebbia salina*, all'*impatto*, al *calore*, ecc. di cui al Cap. 4 dell'Allegato al decreto.

Le pellicole retroriflettenti dovranno essere sottili, a superficie perfettamente liscia e dovranno recare sul retro un adesivo protetto da un cartoncino (o da foglio di polietilene) facilmente e completamente asportabile così da non richiedere sforzi di spellamento o impiego di umidificanti o solventi. L'adesivo potrà essere del tipo a caldo (pellicole di tipo A, termoadesive) o del tipo a freddo (pellicole di tipo B, autoadesive); in entrambi i casi, ad applicazione avvenuta, lo stesso adesivo dovrà presentare alta resistenza alla trazione (superiore alla resistenza della pellicola), nonché all'acqua, alle muffe, alle soluzioni saline, a quelle detergenti ed agli agenti atmosferici in generale.

Su richiesta della Direzione Lavori l'Appaltatore, o per esso la Ditta fornitrice, dovrà presentare apposita certificazione, rilasciata da laboratori od istituti riconosciuti, dalla quale risultino superate favorevolmente le prove in precedenza specificate, o altre eventualmente richieste, e risultino altresì comprovati i valori del coefficiente specifico di intensità luminosa di cui ai punti che seguono.

15.6.1. Pellicole a normale risposta luminosa (classe 1)

Dovranno presentare, per l'accettazione, valori minimi del coefficiente di intensità luminosa retroriflessa (espresso in candele per lux di luce bianca incidente – sistema CIE illuminante A, temperatura di colore T_c 2856 K) per ogni metro quadro di pellicola, come alla Tab. 60.

TAB. 60 - Pellicole retroriflettenti di classe 1. Valori minimi del coefficiente specifico di intensità luminosa retroriflessa

ANGOLI		Valori minimi del coefficiente areico di intensità luminosa ($cd \cdot lux^{-1} \cdot m^2$)						
Angolo di divergenza alfa	Angolo di illuminazione β_1 ($\beta_2 = 0$)	Bianco	Giallo	Rosso	Verde	Blu	Marrone	Arancio
12'	5°	70,0	50,0	14,5	9,0	4,0	1,0	25,0
	30°	30,0	22,0	6,0	3,5	1,7	0,3	10,0
	40°	10,0	7,0	2,0	1,5	0,5	0,1	2,2
20'	5°	50,0	35,0	10,0	7,0	2,0	0,6	20,0
	30°	24,0	16,0	4,0	3,0	1,0	0,2	8,0
	40°	9,0	6,0	1,8	1,2	0,1	0,1	2,2
2°	5°	5,0	3,0	1,0	0,5	0,1	0,1	1,2
	30°	2,5	1,5	0,5	0,3	0,1	0,1	0,5
	40°	1,5	1,0	0,5	0,2	0,1	0,1	0,1

15.6.2. Pellicole ad alta risposta luminosa (classe 2)

Dovranno presentare, per l'accettazione, valori minimi del coefficiente di intensità luminosa retroriflessa (espresso come al punto precedente) per ogni metro quadro di pellicola riflettente ad elevato coefficiente specifico di intensità luminosa, come alla seguente Tab. 61.

⁽¹⁸⁶⁾ Integrato e modificato con D.M. 11 luglio 2000 (G.U. n. 234/2000)

TAB. 61 - Pellicole retroriflettenti di classe 2. Valori minimi del coefficiente specifico di intensità luminosa retroriflessa

ANGOLI		Valori minimi del coefficiente areico di intensità luminosa (cd • lux ⁻¹ • m ²)						
Angolo di divergenza alfa	Angolo di illuminazione β_1 ($\beta_2 = 0$)	Bianco	Giallo	Rosso	Verde	Blu	Marrone	Arancio
12'	5°	250,0	170,0	45,0	45,0	20,0	12,0	100,0
	30°	150,0	100,0	25,0	25,0	11,0	8,5	60,0
	40°	110,0	70,0	15,0	12,0	8,0	5,0	29,0
20'	5°	180,0	120,0	25,0	21,0	14,0	8,0	65,0
	30°	100,0	70,0	14,0	12,0	8,0	5,0	40,0
	40°	95,0	60,0	13,0	11,0	7,0	3,0	20,0
2°	5°	5,0	3,0	1,0	0,5	0,2	0,2	1,5
	30°	2,5	1,5	0,4	0,3	0,1	0,1	1,0
	40°	1,5	1,0	0,3	0,2	0,1	0,1	1,0

15.7. VERNICI RIFRANGENTI

Le vernici rifrangenti per segnaletica orizzontale dovranno essere del tipo con perline di vetro premiscelate ed avere pigmento costitutivo di biossido di titanio per il colore bianco e giallo cromo per quello giallo. Le perline di vetro contenute nella vernice dovranno essere incolori e dovranno avere un diametro compreso tra 66 ÷ 200 micron; la quantità in massa dovrà essere non inferiore al 33%.

Le vernici rifrangenti dovranno possedere le proprietà adesive nei riguardi di tutti i tipi di pavimentazione; dovranno altresì possedere ottima resistenza all'usura del traffico, alle soluzioni saline ed agenti atmosferici in generale. In particolare le proprietà rifrangenti non dovranno subire decadimenti fino al completo consumo.

Le qualità delle vernici dovranno comunque essere comprovate con referenze e certificazioni di laboratorio. Si richiama la norma:

UNI EN 1436 - Prestazioni della segnaletica orizzontale per gli utenti della strada.

CAPO 2 MODO DI ESECUZIONE DELLE CATEGORIE DI LAVORO MOVIMENTI DI MATERIE – OPERE D'ARTE – LAVORI DIVERSI

Art. 16 RILIEVI – CAPISALDI – TRACCIATI

16.1. RILIEVI

Prima di dare inizio a lavori che interessino in qualunque modo movimenti di materie, l'Appaltatore dovrà verificare la rispondenza dei piani quotati, dei profili e delle sezioni allegati al Contratto o successivamente consegnati, segnalando eventuali discordanze, per iscritto, nel termine di 15 giorni dalla consegna. In difetto, i dati plano-altimetrici riportati in detti allegati si intenderanno definitivamente accettati, a qualunque titolo.

Nel caso che gli allegati di cui sopra non risultassero completi di tutti gli elementi necessari, o nel caso che non risultassero inseriti in Contratto o successivamente consegnati, l'Appaltatore sarà tenuto a richiedere, in sede di consegna o al massimo entro 15 giorni dalla stessa, l'esecuzione dei rilievi in contraddittorio e la redazione dei grafici relativi.

In difetto, nessuna pretesa o giustificazione potrà essere accampata dall'Appaltatore per eventuali ritardi sul programma o sull'ultimazione dei lavori.

16.2. CAPISALDI

Tutte le quote dovranno essere riferite a capisaldi di facile individuazione e di sicura inamovibilità. L'elenco dei capisaldi sarà annotato nel verbale di consegna o in apposito successivo verbale.

Spetterà all'Appaltatore l'onere della conservazione degli stessi fino al collaudo così come specificato al punto 11.3. del presente Capitolato. Qualora i capisaldi non esistessero già in sito, l'Appaltatore dovrà realizzarli secondo lo schema riportato nella figura a fianco e disporli opportunamente. I capisaldi dovranno avere ben visibili e indelebili i dati delle coordinate ortogonali e la quota altimetrica.

16.3. TRACCIATI

Prima di dare inizio ai lavori, l'Appaltatore sarà obbligato ad eseguire la picchettazione completa delle opere e a indicare con opportune modine i limiti degli scavi e dei riporti. Sarà tenuto altresì al tracciamento di tutte le opere, in base agli esecutivi di progetto, con l'obbligo di conservazione dei picchetti e delle modine.

Art. 17 DEMOLIZIONI E RIMOZIONI

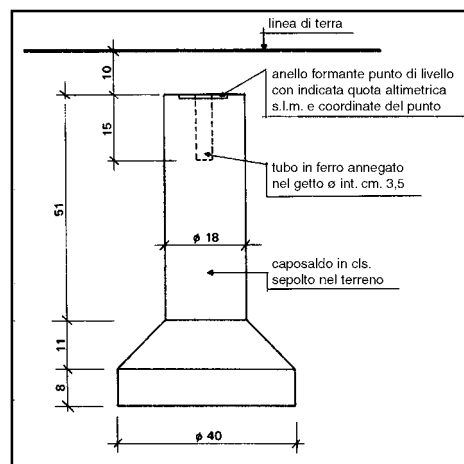
17.1. GENERALITÀ

17.1.1. Tecnica operativa – Responsabilità

Prima di iniziare i lavori in argomento l'Appaltatore dovrà accertare con ogni cura la natura, lo stato ed il sistema costruttivo delle opere da demolire, disfare o rimuovere, al fine di affrontare con tempestività e adeguatezza di mezzi ogni evenienza che possa comunque presentarsi.

Salvo diversa prescrizione, l'Appaltatore disporrà la tecnica più idonea, le opere provvisoriale, i mezzi d'opera, i macchinari e l'impiego del personale. Di conseguenza sia l'Amministrazione che il personale tutto di direzione e sorveglianza resteranno esclusi da ogni responsabilità connessa all'esecuzione dei lavori di che trattasi.

FIG. 12 - Tipo di caposaldo



17.1.2. Disposizioni antinfortunistiche

Dovranno essere osservate, in fase esecutiva, le norme riportate nel D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164 (*Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni*), e nel D.M. 2 settembre 1968, nonché nel Decreto Legislativo 19 settembre 1994, n. 626 (modificato ed integrato con D.Lgs. 19 marzo 1996, n. 242) e nel D.Lgs. 14 agosto 1996, n. 494 (modificato ed integrato con D.Lgs. n. 528/99).

17.1.3. Accorgimenti e protezioni

Prima di dare inizio alle demolizioni dovranno essere interrotte tutte le eventuali erogazioni, nonché gli attacchi e gli sbocchi di qualunque genere; dovranno altresì essere vuotati tubi e serbatoi.

La zona dei lavori sarà opportunamente delimitata, i passaggi saranno ben individuati e idoneamente protetti; analoghe protezioni saranno adottate per tutte le zone (interne ed esterne al cantiere) che possano comunque essere interessate da caduta di materiali.

Le demolizioni avanzeranno tutte alla stessa quota, procedendo dall'alto verso il basso; particolare attenzione, inoltre, dovrà porsi ad evitare che si creino zone di instabilità strutturale, anche se localizzate. In questo caso, e specie nelle sospensioni di lavoro, si provvederà ad opportuno sbarramento.

Nella demolizione di murature è tassativamente vietato il lavoro degli operai sulle strutture da demolire; questi dovranno servirsi di appositi ponteggi, indipendenti da dette strutture. Salvo esplicita autorizzazione della Direzione (ferma restando nel caso la responsabilità dell'Appaltatore) sarà vietato altresì l'uso di esplosivi nonché ogni intervento basato su azioni di scalzamento al piede, ribaltamento per spinta o per trazione.

Per l'attacco con taglio ossidrico o elettrico di parti rivestite con pitture al piombo, saranno adottate opportune cautele contro i pericoli di avvelenamento da vapori di piombo a norma dell'art. 8 della Legge 19 luglio 1961, n. 706.

17.1.4. Limiti di demolizione

Le demolizioni, i disfacimenti, le rimozioni dovranno essere limitate alle parti e dimensioni prescritte. Ove per errore o per mancanza di cautele, puntellamenti, ecc., tali interventi venissero estesi a parti non dovute, l'Appaltatore sarà tenuto a proprie spese al ripristino delle stesse, ferma restando ogni responsabilità per eventuali danni.

17.1.5. Smaltimento

Circa lo smaltimento dei rifiuti⁽¹⁸⁷⁾ si richiama quanto prescritto dal D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22, modificato ed integrato con D.Lgs. 8 novembre 1997, n. 389 e 13 gennaio 2003, n. 36 nonché con Legge 9 dicembre 1998, n. 426. Si richiamano altresì il D.M. (Min. Amb. e T.T.) 25 ottobre 1999, n. 471 (*Regolamento*), l'art. 1, commi 17, 18 e 19 della Legge 21 dicembre 2001, n. 443 ed il D.M. 3 agosto 2005 relativo all'ammissibilità dei rifiuti in discarica. Tale normativa (in particolare il D.Lgs. n. 22/1997) valendo, in ogni caso, per quanto non in contrasto con le nuove "*Norme in materia ambientale*" definite anche "*Codice dell'Ambiente*" emanate con D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 (modificato ed integrato con D.Lgs. n. 284/2006) ed inoltre, ai sensi dell'art. 264 dello stesso "*Codice*", fino all'entrata in vigore dei corrispondenti attuativi previsti dalla Parte IV del D.Lgs. n. 152/2006.

17.2. DIRITTI DELL'AMMINISTRAZIONE

Tutti i materiali provenienti dalle operazioni in argomento, ove non diversamente specificato, resteranno di proprietà dell'Amministrazione. Competerà però all'Appaltatore l'onere della selezione, pulizia, trasporto ed immagazzinamento nei depositi o accatastamento nelle aree che fisserà la Direzione, dei materiali utilizzabili ed il trasporto a rifiuto dei materiali di scarto.

L'Amministrazione potrà ordinare l'impiego dei materiali selezionati in tutto o in parte nei lavori appaltati, ai sensi dell'art. 36 del vigente Capitolato Generale, con i prezzi indicati in Elenco o da determinarsi all'occorrenza. Potrà altresì consentire che siano ceduti all'Appaltatore, applicandosi nel caso il disposto del 3° comma dello stesso art. 36.

⁽¹⁸⁷⁾ Secondo il citato decreto legislativo (art. 184 – Classificazione), i rifiuti derivanti da attività di demolizione e costruzione nonché i rifiuti pericolosi che derivano dalle attività di scavo, fermo restando quanto disposto dal successivo art. 186, sono considerati "*Rifiuti speciali*".

Art. 18 SCAVI IN GENERE

18.0. GENERALITÀ

Gli scavi ed i rilevati occorrenti per la configurazione del terreno di impianto, per il raggiungimento del terreno di posa delle fondazioni o delle tubazioni, nonché per la formazione di cunette, passaggi e rampe, cassonetti e simili, opere d'arte in genere, saranno eseguiti secondo i disegni di progetto e le particolari prescrizioni che potrà dare la Direzione Lavori in sede esecutiva.

Le sezioni degli scavi e dei rilevati dovranno essere rese dall'Appaltatore ai giusti piani prescritti, con scarpate regolari e spianate, cigli ben tracciati e profilati, fossi esattamente sagomati. L'Appaltatore dovrà inoltre procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti (provvedendo, qualora necessario, alle opportune puntellature, sbadacchiature o armature) restando lo stesso, oltre che responsabile di eventuali danni a persone ed opere, anche obbligato alla rimozione delle materie franate.

Per l'effettuazione sia degli scavi che dei rilevati, l'Appaltatore sarà tenuto a curare, a proprie spese, l'estirpamento di piante, cespugli, arbusti e relative radici, e questo tanto sui terreni da scavare, quanto su quelli designati all'impianto dei rilevati; per gli scavi inoltre dovrà immediatamente provvedere ad aprire le cunette ed i fossi occorrenti e comunque evitare che le acque superficiali si riversino nei cavi.

L'Appaltatore dovrà sviluppare i movimenti di materie con mezzi adeguati, meccanici e di mano d'opera, in modo da dare gli stessi possibilmente completi a piena sezione in ciascun tratto iniziato; esso sarà comunque libero di adoperare tutti quei sistemi, materiali, mezzi d'opera ed impianti che riterrà di sua convenienza, purché dalla Direzione riconosciuti rispondenti allo scopo e non pregiudizievoli per il regolare andamento e la buona riuscita dei lavori.

In ogni caso dovrà tener conto delle indicazioni e prescrizioni dello studio geologico e geotecnico di cui al paragrafo 7 del D.M. 14 settembre 2005 (*Norme Tecniche per le costruzioni*), delle prescrizioni di cui alla pianificazione di sicurezza e, per lo smaltimento, delle disposizioni di cui ai decreti precedentemente riportati sull'argomento ⁽¹⁸⁸⁾.

18.0.1. Allontanamento e deposito delle materie di scavo

Le materie provenienti dagli scavi che non fossero utilizzabili, o che a giudizio della Direzione non fossero ritenute idonee per la formazione dei rilevati o per altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto, alle pubbliche discariche o su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese, previa le dovute autorizzazioni, evitando in questo caso che le materie depositate possano arrecare danni ai lavori o alle proprietà, provocare frane o ancora ostacolare il libero deflusso delle acque.

Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate in tempo differito per riempimenti o rinterri, esse saranno depositate nei pressi dei cavi, o nell'ambito del cantiere ed in ogni caso in luogo tale che non possano riuscire di danno o provocare intralci al traffico ⁽¹⁸⁹⁾.

18.0.2. Uso degli esplosivi

Gli scavi in roccia di qualsiasi natura, durezza e consistenza, comunque fessurata o stratificata, saranno eseguiti con quei sistemi che l'Appaltatore riterrà più convenienti, ivi compreso l'uso delle mine. In questo caso lo stesso sarà tenuto ad osservare tutte le disposizioni di legge e di regolamento vigenti in materia nonché ad adottare tutte le cautele richieste dal particolare lavoro, assumendosi nel contempo ogni responsabilità per eventuali danni a

⁽¹⁸⁸⁾ Secondo l'art. 186 dello stesso decreto, le terre e rocce da scavo, anche di gallerie, ed i residui della lavorazione della pietra destinate all'effettivo utilizzo per rinterri, riempimenti, rilevati e macinati "non costituiscono rifiuti (e sono perciò esclusi dalla parte quarta del decreto) solo nel caso in cui anche quando contaminati durante il ciclo produttivo da sostanze inquinanti derivanti dalle attività di escavazione, perforazione e costruzione, siano utilizzati senza trasformazioni preliminari secondo le modalità previste nel progetto approvato dall'autorità amministrativa competente, ove ciò sia espressamente previsto, previo parere dell'Agenzia Regionale Protezione Ambiente (ARPA), sempreché la composizione media dell'intera massa non presenti una concentrazione di inquinanti superiore ai limiti massimi previsti dalle norme vigenti e dal decreto di cui al comma 3 dello stesso art. 186.

⁽¹⁸⁹⁾ Nel caso che non sia possibile l'immediato riutilizzo del materiale di scavo, dovrà essere indicato all'ARPA il sito di deposito del materiale, il quantitativo, la tipologia del materiale e, all'atto del riutilizzo, la richiesta all'Agenzia dovrà essere integrata con quanto previsto ai commi 6 e 7 dell'art. 186 superiormente citato. Per le rocce e terre di scavo provenienti da cantieri finalizzati alla realizzazione di opere edili o alla manutenzione di reti o infrastrutture la cui produzione non superi i 6000 m³, con esclusione delle terre e rocce da scavo provenienti da siti contaminati, si applicherà la procedura semplificata prevista dal D. Min. Ambiente e TT del 2 maggio 2006. Per il trasporto delle materie da scavo sarà fatto riferimento all'art. 193 del D.Lgs. n. 152/2006.

persone e cose.

L'impiego delle mine sarà comunque vietato all'interno o in prossimità dei centri abitati ed in generale in quei casi in cui ne fosse interdetto l'uso da parte delle competenti Autorità; inoltre quando, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, il loro uso potesse portare pregiudizio alla buona riuscita delle opere, o a manufatti o piantagioni esistenti in prossimità, o infine alla incolumità del transito ⁽¹⁹⁰⁾.

18.0.3. Determinazione sulle terre

Per le determinazioni relative alla natura delle terre, al loro grado di costipamento ed umidità, l'Appaltatore dovrà provvedere a tutte le prove richieste dalla Direzione Lavori presso i laboratori ufficiali (od altri riconosciuti) ed in sito. Le terre verranno caratterizzate secondo la norma UNI EN ISO 14688-1 (*Indagini e prove geotecniche. Identificazione e classificazione dei terreni. Identificazione e descrizione*) e classificate sulla base della parte 2^a della stessa norma.

18.1. SCAVI DI SBANCAMENTO

Per scavi di sbancamento o sterri andanti si intenderanno quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani di appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate, trincee, cassonetti stradali, orlature e sottofasce nonché quelle per l'incasso di opere d'arte se ricadenti al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno naturale o per il punto più depresso delle trincee o splateamenti precedentemente eseguiti ed aperti almeno da un lato ⁽¹⁹¹⁾.

Quando l'intero scavo dovesse risultare aperto su di un lato (caso di un canale fugatore) e non ne venisse ordinato lo scavo a tratti, il punto più depresso sarà quello terminale. Saranno comunque considerati scavi di sbancamento anche tutti i tagli a larga sezione, che, pur non rientrando nelle precedenti casistiche e definizioni, potranno tuttavia consentire l'accesso con rampa ai mezzi di scavo, nonché a quelli di caricamento e trasporto delle materie.

L'esecuzione degli scavi di sbancamento potrà essere richiesta dalla Direzione, se necessario, anche a campioni di qualsiasi tratta, senza che per questo l'Appaltatore possa avere nulla a pretendere.

18.2. SCAVI DI FONDAZIONE

18.2.1. Generalità

Per scavi di fondazione in generale si intenderanno quelli ricadenti al di sotto del piano orizzontale di cui al precedente punto, chiusi tra pareti verticali o meno, riproducenti il perimetro delle fondazioni; nella pluralità di casi, quindi, si tratterà di scavi incassati ed a sezione ristretta. Saranno comunque considerati come scavi di fondazione quelli eseguiti per dar luogo alle fogne, alle condotte, ai fossi e alle cunette (per la parte ricadente sotto il piano di cassonetto o, più in generale, di splateamento).

18.2.2. Modo di esecuzione

Qualunque fosse la natura e la qualità del terreno interessato, gli scavi di fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che la Direzione Lavori riterrà più opportuna, intendendosi quella di progetto unicamente indicativa, senza che per questo l'Appaltatore possa muovere eccezioni o far richiesta di particolari compensi.

Gli scavi di fondazione dovranno di norma essere eseguiti a pareti verticali e l'Appaltatore dovrà, occorrendo, sostenerli con convenienti armature e sbadacchiature, restando a suo carico ogni danno a persone e cose provocato da franamenti e simili. Il piano di fondazione sarà reso perfettamente orizzontale, e ove il terreno dovesse risultare in pendenza, sarà sagomato a gradoni con piani in leggera contropendenza ⁽¹⁹²⁾.

Gli scavi potranno anche venire eseguiti con pareti a scarpa, o a sezione più larga, ove l'Appaltatore lo ritenesse di sua convenienza. In questo caso però non verrà compensato il maggiore scavo, oltre quello strettamente necessario all'esecuzione dell'opera e l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese, al riempimento, con

⁽¹⁹⁰⁾ L'Appaltatore in tali casi non potrà pretendere in conseguenza del divieto, sempre che la roccia fosse classificata "da mina", altro che l'applicazione del prezzo di Elenco per "scavo senza uso di mine".

⁽¹⁹¹⁾ Tali che consentano comunque l'accesso e la movimentazione di mezzi idonei alla natura e consistenza delle materie da scavare.

⁽¹⁹²⁾ Per scavi in trincea di profondità superiore a due metri, nei quali sia prevista la permanenza di operai e per scavi che ricadano in prossimità di manufatti esistenti dovrà essere eseguita la verifica delle armature.

materiale adatto, dei vuoti rimasti intorno alla fondazione dell'opera ed al ripristino, con gli stessi oneri, delle maggiori quantità di pavimentazione divelte, ove lo scavo dovesse interessare strade pavimentate ⁽¹⁹³⁾.

Gli scavi delle trincee per dar luogo alle condotte ed ai canali di fogna dovranno, all'occorrenza, garantire sia il traffico tangenziale degli autoveicoli, sia quello di attraversamento, nei punti stabiliti dalla Direzione e per qualsiasi carico viaggiante.

18.2.3. Attraversamenti

Qualora nella esecuzione degli scavi si incontrassero tubazioni o cunicoli di fogna, tubazioni di acqua o di gas, cavi elettrici, telefonici, ecc., o altri ostacoli imprevedibili, per cui si rendesse indispensabile qualche variante al tracciato ed alle livellette di posa, l'Appaltatore ha l'obbligo di darne avviso alla Direzione Lavori che darà le disposizioni del caso.

Particolare cura dovrà comunque porre l'Appaltatore affinché non vengano danneggiate dette opere sottosuolo e di conseguenza egli dovrà, a sua cura e spese, provvedere con sostegni, puntelli e quant'altro necessario, perché le stesse restino nella loro primitiva posizione. Resta comunque stabilito che l'Appaltatore sarà responsabile di ogni e qualsiasi danno che potesse venire dai lavori a dette opere e che sarà di conseguenza obbligato a provvedere alle immediate riparazioni, sollevando l'Amministrazione appaltante da ogni onere.

18.2.4. Scavi in presenza di acqua

L'Appaltatore dovrà provvedere ad evitare il riversamento nei cavi di acque provenienti dall'esterno, restando a suo carico l'allontanamento o la deviazione delle stesse o, in subordine, la spesa per i necessari aggettamenti.

Qualora gli scavi venissero eseguiti in terreni permeabili sotto la quota di falda, e quindi in presenza di acqua, ma il livello della stessa naturalmente sorgente nei cavi non dovesse superare i 20 cm, l'Appaltatore sarà tenuto a suo carico a provvedere all'esaurimento di essa, con i mezzi più opportuni e con le dovute cautele per gli eventuali effetti dipendenti e collaterali.

Gli scavi di fondazione che dovessero essere eseguiti oltre la profondità di cm 20 dal livello sopra stabilito, nel caso risultasse impossibile l'apertura di canali fuggatori, ma fermo restando l'obbligo dell'Appaltatore per l'esaurimento dell'acqua, saranno considerati come scavi subacquei e, in assenza della voce di Elenco, saranno compensati con apposito sovrapprezzo ⁽¹⁹⁴⁾.

18.2.5. Ture provvisorie

Nella esecuzione degli scavi di fondazione verranno disposte, se ordinato dalla Direzione Lavori, delle ture provvisorie, a contorno e difesa degli scavi stessi ed a completa tenuta d'acqua. Le ture potranno essere realizzate con pali di abete e doppia parete di tavoloni di abete o di pino riempita di argilla o con palancolate tipo "Larsen" di profilo, peso e lunghezza stabiliti, o con altro idoneo sistema approvato dalla stessa Direzione. Resta inteso comunque che le ture saranno contabilizzate e compensate solo ed in quanto espressamente ordinate.

18.2.6. Paratie subalvee

Le paratie subalvee a difesa delle fondazioni potranno essere ottenute con palificate a contatto, o in cemento armato o con altro sistema prescritto o approvato dalla Direzione Lavori. Sarà cura dell'Appaltatore presentare in tempo utile alla stessa Direzione i disegni costruttivi, di precisare le modalità di esecuzione, la natura e le caratteristiche dei materiali che verranno impiegati. Il tutto nel rispetto delle disposizioni vigenti.

18.2.7. Divieti e oneri

Sarà tassativamente vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire e rimuovere le opere già eseguite, di porre mano alle murature o altro, prima che la Direzione Lavori abbia verificato ed accettato i piani di fondazione. Del pari sarà vietata la posa delle tubazioni prima che la stessa Direzione abbia verificato le caratteristiche del terreno di posa ed abbia dato esplicita autorizzazione.

⁽¹⁹³⁾ Fa eccezione il caso in cui, per profondità di fondazione eccedente la portata degli ordinari mezzi di scavo, sia necessario eseguire lo scavo a sezioni parziali di profondità progressiva, con l'affondamento dei mezzi stessi.

Ove situazioni contingenti e formalmente riconosciute non consentissero lo scavo a pareti verticali o nella sagoma di progetto, la Direzione Lavori adotterà le opportune varianti.

⁽¹⁹⁴⁾ Quando la Direzione Lavori, durante l'esecuzione delle murature o di altre opere di fondazione, ordinasse il mantenimento degli scavi in asciutto, gli esaurimenti relativi potranno venire eseguiti anche in economia e l'Appaltatore, se richiesto, avrà l'obbligo di fornire i mezzi e gli operai necessari.

Il rinterro dei cavi, per il volume non impegnato dalle strutture o dalle canalizzazioni, dovrà sempre intendersi compreso nel prezzo degli stessi scavi, salvo diversa ed esplicita specifica.

18.3 INTERVENTI DI CONTENIMENTO DEGLI SCAVI

Saranno attuati, ove prescritto, allo scopo di consolidare i terreni in corrispondenza di fronti, pareti o superfici di scavo o armare le stesse superfici allo scopo di evitare franamenti prima della posa in opera delle strutture di contenimento definitive.

18.3.1. Bullonatura

Struttura idonea a rendere solidali gli strati superficiali a debole stabilità con gli strati più profondi di maggiore resistenza, potrà essere del tipo *ad aderenza continua* o del tipo *ad ancoraggio o puntuale*, realizzandosi la prima con bulloni in acciaio o vetroresina, la seconda con bulloni solo in acciaio.

La bullonatura ad aderenza continua ⁽²⁰¹⁾ sarà realizzata a mezzo di bullone cementato per tutta la sua lunghezza e richiederà le seguenti operazioni:

- esecuzione della perforazione di diametro necessario per la posa dei bulloni, allontanamento del materiale di risulta e lavaggio del foro;
- infilaggio dei bulloni prescritti dal progetto mediante attrezzatura idonea, già predisposti con tubi di iniezione e di sfiato, e messa in opera del tampone di tenuta;
- cementazione di ogni bullone mediante iniezioni di boiaccia di cemento opportunamente additivata.

Quando i bulloni fossero posti in opera con inclinazione verso l'alto con angolo maggiore di 30°, saranno muniti di testa di ancoraggio ad espansione sull'estremità a fondo foro.

La bullonatura ad ancoraggio puntuale sarà realizzata a mezzo di barra o tirante munita di una fondazione di ancoraggio ad una estremità e di una testa con piastra di contrasto all'altra; richiederà le seguenti operazioni:

- esecuzione della perforazione di diametro necessario per la posa dei bulloni, allontanamento del materiale di risulta e lavaggio del foro;
- infilaggio dei bulloni prescritti mediante attrezzatura idonea (l'ancoraggio potrà essere realizzato con resina in cartucce o con testina ad espansione);
- messa in tensione del bullone mediante dado di bloccaggio, piastra di ripartizione e testa di ancoraggio, con eventuale pressione di pretensione (secondo quanto indicato nel progetto o prescritto dalla Direzione Lavori).

I bulloni in acciaio saranno ad alto limite elastico con le seguenti caratteristiche: carico di snervamento (0,2%) non inferiore a 0,5 kN/mm²; carico di rottura non inferiore a 0,7 kN/mm²; allungamento a rottura maggiore dell'8%. Di norma avranno diametro di 24 mm e presenteranno risalti in superficie per migliorare l'aderenza.

I bulloni in vetroresina avranno le seguenti caratteristiche minime: contenuto in peso della fibra di vetro 45%; peso specifico 1,7 g/cm³; resistenza a trazione 0,2 kN/mm²; modulo di elasticità 15750 N/mm²; resistenza al taglio 80 N/mm².

Per il resto si rinvia, in quanto applicabili, alle norme e prescrizioni di cui al successivo punto 64.6.

18.3.2. Presostegno con infilaggi

In galleria, l'avanzamento mediante infilaggi metallici suborizzontali lanciati oltre il fronte al contorno della sezione di scavo con una inclinazione massima pari a 9% sull'orizzontale, dovrà essere realizzato per tratte della lunghezza di 12 m, ogni 9,0 m di avanzamento, in modo da garantire sempre una sovrapposizione minima tra due tratte consecutive di 3,0 m.

Una volta eseguiti gli infilaggi suborizzontali, lo scavo di avanzamento dovrà essere realizzato per campioni di lunghezza non superiore al metro, mettendo immediatamente in opera le centine metalliche, la rete elettrosaldata e lo spritz-beton.

Qualora si ravvisassero convergenze del fronte di scavo di entità superiore ai 5 cm con il fronte di scavo entro i 2 diametri di distanza, dovranno essere tempestivamente eseguiti i tiranti suborizzontali di ancoraggio passivo del piede di ciascuna centina; qualora si ravvisasse una forte presenza di acqua, con predominanza al piede delle centine di materiali di natura argillitica, il piede di ciascuna centina dovrà essere consolidato mediante micropali subverticali

⁽²⁰¹⁾ Sarà utilizzata di norma in ammassi soggetti a plasticizzazione a seguito della apertura di fronti di scavo, come ad esempio nelle gallerie..

(²⁰²).

18.3.3. Iniezioni

Si rinvia, per tale categoria di lavoro, al punto 86.6. del presente Capitolato.

18.3.4. Jet-grouting sub-orizzontale e sub-verticale

Si rinvia, per tale categoria di lavoro, alle prescrizioni di cui al punto 64.5.3. del presente Capitolato.

Nei lavori in sotterraneo, in presenza di jet-grouting, la metodologia di avanzamento seguirà le notazioni generali relative alla categoria degli infilaggi e di cui al precedente punto 61.4.2.

18.3.5. Drenaggi

Saranno realizzati mediante perforazione a distruzione e l'introduzione di un tubo di pvc microfessurato rivestito con calza in "tessuto" onde evitare l'intasamento dei fori (²⁰³).

Nei drenaggi in galleria, i tubi saranno posti a formare un'aureola drenante esterna al profilo dello scavo, oltre il fronte e comunque in posizione stabilita dalla Direzione Lavori. Nel caso di drenaggi sotto falda ad elevata pressione saranno effettuate le seguenti operazioni:

- recupero del tubo di rivestimento del foro per una lunghezza pari a quella del tratto di dreno attivo, più la lunghezza del sacco otturatore, in modo che questo risulti direttamente a contatto con le pareti del preforo;
- gonfiaggio del sacco otturatore tramite iniezione a pressione controllata dalla relativa valvola tramite doppio otturatore inserito da bocca-foro all'interno del tubo drenante. Raggiunto un valore di pressione prestabilita (alcuni bar), quest'ultimo dovrà essere mantenuto per un congruo intervallo di tempo per verificare l'avvenuto gonfiaggio del sacco. Nel caso di calo di pressione si procederà con successive iniezioni fino al raggiungimento della pressione prestabilita. Non appena la malta cementizia avrà fatto presa nel sacco otturatore, si procederà alla estrazione del tubo di rivestimento per la rimanente lunghezza, pari a quella del tratto cieco, e all'immediata esecuzione, sempre mediante doppio otturatore, dell'iniezione di intasamento di tale tratto a partire dalla valvola superiore;
- rottura della membrana interna sita in corrispondenza del sacco otturatore mediante introduzione nel dreno di una normale asta rigida.

I drenaggi in galleria dovranno avere lunghezza pari ad almeno due diametri della stessa. Inoltre, se lasciati attivi anche in fase di esercizio, dovranno essere idoneamente collegati a collettori di scarico permanente.

18.3.6. Preconsolidamento con tubi in vetroresina

Negli scavi in sotterraneo l'armatura del fronte di scavo potrà essere efficacemente realizzata, se prescritto, mediante la messa in opera, in avanzamento, di tubi di vetroresina iniettati con malta cementizia. I tubi saranno posti in opera per una profondità non inferiore al diametro della galleria con una sovrapposizione minima, tra due tratti successivi, di almeno 5 m e con densità da definirsi in rapporto all'incremento di resistenza al taglio richiesto.

La chiodatura del fronte sarà realizzata in terreni da semicoerenti a coerenti soggetti ad alterazioni chimico-fisiche ed a fenomeni di estrusione del nucleo.

La testa dei tubi dovrà essere dotata di una cianfrinatura in materiale plastico o similare, a forma troncoconica, che impedisca la fuoriuscita della cementazione, in particolare per perforazioni inclinate verso l'alto; tale cianfrinatura dovrà inoltre essere dotata di un tubicino di sfiato da posizionare al di sopra di ogni tubo. Particolare cura dovrà comunque essere posta affinché il riempimento del tubo con la malta di cementazione sia completo e privo di soluzioni di continuità.

(²⁰²) L'esecuzione dello scavo di ribasso dovrà essere condotta entro una distanza massima dal fronte di scavo di 7 diametri di galleria. L'operazione di scavo ed il getto dell'arco rovescio dovranno essere eseguiti entro una distanza massima dal fronte di scavo pari a 10 volte il diametro della galleria, e comunque per campioni di lunghezza non superiore ai 2 diametri di galleria.

Infine il getto del rivestimento definitivo, costituito dalla calotta e dai piedritti, dovrà essere realizzato ad una distanza, sempre dal fronte di scavo, che non dovrà eccedere 18 volte il diametro della galleria, tenendo presente che qualora si verificassero valori anomali di convergenza della cavità, la Direzione Lavori dovrà valutare l'opportunità di far eseguire il getto di rivestimento a distanze più ravvicinate.

(²⁰³) Nel caso in cui le pressioni dell'acqua fossero elevate, verranno utilizzati dispositivi che impediscano la fuoriuscita dell'acqua prima dell'inserimento del tubo drenante. In tal caso verrà prima collocato un tubo di attesa di diametro superiore, quindi un "preventer" atto a controllare il fluido di spurgo della perforazione (in modo da evitare l'innesco di fenomeni di sifonamento) e tale da permettere la chiusura rapida del foro. La perforazione sarà fatta con rivestimento, per impedire la chiusura del foro e con punta a perdere.

Art. 19 RILEVATI E RINTERRI – PIANI DI POSA

19.0 GENERALITÀ

Per la formazione dei rilevati e per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti dei cavi e le murature, o da addossare alle murature, e fino alla quota prescritta dalla Direzione Lavori, si impiegheranno in genere e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti sul lavoro, in quanto disponibili e adatti, a giudizio della Direzione.

Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si provvederanno le materie occorrenti mediante l'apertura di opportune e idonee cave di prestito, nelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza e sempre dietro esplicita autorizzazione della Direzione Lavori. Non saranno autorizzate comunque aperture di cave di prestito fintanto che non siano state esaurite, nei vari tratti di rilevato, tutte le disponibilità di materiali utili provenienti dagli scavi. L'Appaltatore pertanto non potrà pretendere sovrapprezzi (né prezzi diversi da quelli stabiliti in Elenco per la formazione di rilevati con materie provenienti da scavi), qualora, pur nella disponibilità degli stessi, esso ritenesse di sua convenienza, per evitare rimaneggiamenti o trasporti a suo carico, o per diverso impiego del materiale di scavo, di ricorrere anche nei suddetti tratti a cave di prestito non previste.

In ogni caso l'apertura di cave è subordinata all'impegno per l'Appaltatore di corrispondere le relative indennità alle ditte proprietarie, di provvedere a proprie spese al deflusso delle eventuali acque di raccolta, di sistemare le relative scarpate, di evitare danni e servitù alle proprietà circostanti (in osservanza anche di quanto è prescritto dall'art. 202 del T.U. delle leggi sanitarie 27 luglio 1934, n. 1265, e dal testo delle norme sulla Bonifica Integrale di cui al R.D. 13 febbraio 1933, n. 215) ed in generale al rispetto delle vigenti disposizioni di legge in materia di polizia mineraria, forestale e stradale. Le cave di prestito scavate lateralmente alla strada, pur con il rispetto delle distanze prescritte, dovranno avere una profondità tale da non pregiudicare la stabilità di alcuna parte dell'opera, o danneggiare opere pubbliche o private.

Il terreno costituente la base sulla quale si dovranno impiantare i rilevati che formeranno il corpo stradale, od opere consimili, indipendentemente da quanto specificato al punto 62.1. per i rilevati compattati, dovrà essere accuratamente preparato ed espurgato da piante, radici o da qualsiasi altra materia eterogenea e, ove necessario, scoticato per 10 cm. Inoltre la base di detti rilevati, se cadente sulla scarpata di altro rilevato esistente o su terreno a declivio trasversale con pendenza superiore al 15%, dovrà essere preparata a gradoni alti non meno di 30 cm, con il fondo in contropendenza.

La terra da trasportare nei rilevati dovrà essere previamente espurgata e quindi disposta in opera a strati di altezza conveniente e comunque non superiore a 50 cm. Dovrà farsi in modo che durante la costruzione si conservi un tenore d'acqua conveniente, evitando di formare rilevati con terreni la cui densità sia troppo rapidamente variabile col tenore in acqua ed avendo cura di assicurare, durante la costruzione, lo scolo delle acque. Il materiale dei rilevati potrà pertanto essere messo in opera durante i periodi le cui condizioni meteorologiche fossero tali, a giudizio della Direzione, da non pregiudicare la buona riuscita dei lavori.

Negli oneri relativi alla formazione dei rilevati è incluso, oltre quello relativo alla profilatura delle scarpate, delle banchine, dei cigli ed alla costruzione degli arginelli, se previsti, anche quello relativo alla formazione del cassonetto che comunque, nei tratti in rilevato, verrà escluso dalla contabilità degli scavi.

Per il rivestimento delle scarpate si dovranno impiegare terre vegetali ricche di humus, provenienti o dalle operazioni di scoticamento del piano di posa dei rilevati stessi o da cave di prestito, per gli spessori previsti in progetto od ordinati dalla Direzione Lavori, ma mai inferiori al minimo di 20 cm.

Le materie di scavo provenienti da tagli stradali o da qualsiasi altro lavoro, che risultassero esuberanti o non idonee per la formazione dei rilevati o per il riempimento dei cavi, dovranno essere trasportate a rifiuto fuori dalla sede stradale, a debita distanza dai cigli e sistemate convenientemente, restando a carico dell'Appaltatore ogni spesa, ivi compresa ogni indennità per occupazione delle aree di deposito (ove previste e/o autorizzate).

Per tutte le determinazioni, i controlli e le verifiche previste nel presente articolo, all'Appaltatore potrà essere richiesto di approntare un laboratorio di cantiere, con tutte le necessarie attrezzature di prelievo e di prova (v. i punti 29.2 e 29.5 del presente Capitolato); le relative spese, sia d'impianto che di gestione, saranno poste a carico dell'Amministrazione. In ogni caso la Direzione dei lavori avrà la facoltà di fare, a cura dell'Appaltatore ed a carico della stessa Amministrazione, presso un Laboratorio autorizzato, tutte le indagini atte a stabilire la caratterizzazione dei terreni ai fini delle loro possibilità e modalità d'impiego. Il controllo dei risultati raggiunti dopo la messa in opera, per le prove in sito, sarà effettuato a cura dell'Appaltatore ed a carico dell'Amministrazione, salvo il caso che tali controlli non siano attinenti ad operazioni di collaudo.

19.1. RILEVATI COSTIPATI MECCANICAMENTE

Ferme restando le prescrizioni di cui al punto precedente, per i rilevati da sottoporre a costipamento meccanico si richiederà una serie di operazioni atte sia ad accertare e migliorare le caratteristiche meccaniche dei terreni di impianto, sia a trattare opportunamente le stesse materie di formazione.

19.1.1. Formazione dei piani di posa

I piani di posa di detti rilevati avranno l'estensione dell'intera area di appoggio e potranno essere continui od opportunamente gradonati secondi i profili e le indicazioni che saranno dati dalla Direzione Lavori in relazione alle pendenze dei siti di impianto. I piani saranno di norma stabiliti alla quota di 20 cm al di sotto del piano di campagna, salvo la richiesta di un maggiore approfondimento: raggiunta la quota prescritta, si procederà ai seguenti controlli:

- determinazione del peso specifico apparente del secco (densità del secco) del terreno in sito e di quello massimo determinato in laboratorio con prova di costipamento AASHO modificata;
- determinazione dell'umidità in sito nel caso di presenza di terre tipo ex A₁ - A₂ - A₃ - A₄ - A₅ (terre ghiaiose, sabbiose, limose);
- determinazione dell'altezza massima delle acque sotterranee nel caso di terre limose.

Eseguite le determinazioni sopra specificate si passerà quindi alle seguenti operazioni:

- a) - Se il piano di posa del rilevato è costituito da *terre ghiaiose o sabbiose* (ex gruppi A₁ - A₂ - A₃) la relativa preparazione consisterà nella compattazione dello strato sottostante il piano di posa stesso per uno spessore non inferiore a 30 cm, in modo da raggiungere una densità del secco pari almeno al 90% della densità massima AASHO modificata determinata in laboratorio, governando il grado di umidità delle terre fino a raggiungere quello ottimale (prima di eseguire il compattamento).
- b) - Se il piano di posa è costituito invece da *terre limose o argillose* (ex gruppi A₄ - A₅ - A₆ - A₇) potrà richiedersi dalla Direzione Lavori la stabilizzazione del terreno in sito, mescolando ad esso altro terreno idoneo, per una altezza che dovrà essere indicata caso per caso e costipando fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco pari al 90% del massimo ottenuto con la prova AASHO modificata, ovvero potrà richiedersi l'approfondimento degli scavi e la sostituzione dei materiali *in loco* con i materiali per la formazione dei rilevati (ex gruppi A₁ - A₂ - A₃) e per uno spessore tale da garantire una sufficiente ripartizione del carico. Tale ultima determinazione dovrà in ogni caso avvenire in presenza di *terreni torbosi* (gruppo A₈). Per rilevati di altezza inferiore a 50 cm, se il piano di posa è costituito da *terre argillose* (ex gruppi A₆ - A₇) si procederà come in precedenza interponendo però uno strato di sabbia di schermo, di spessore non inferiore a 10 cm, onde evitare refluenti.

Nel caso di appoggio di nuovi a vecchi rilevati, per l'ampliamento degli stessi, la preparazione del piano di posa in corrispondenza delle scarpate esistenti sarà fatta procedendo alla formazione di gradoni di altezza non inferiore a 50 cm previa rimozione della cotica erbosa (che potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate in quanto ordinato). Il materiale risultante dallo scavo dei gradoni al di sotto della cotica sarà accantonato, se idoneo, o portato a rifiuto se inutilizzabile.

In ogni caso la Direzione Lavori si riserva di controllare il comportamento globale dei piani di posa dei rilevati mediante la misurazione del *modulo di compressione "Me"* ⁽²⁰⁴⁾, determinato con piastra da 16 o 30 cm di diametro. Tale valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di scarico e nell'intervallo compreso tra 0,05 e 0,15 N/mm², non dovrà essere inferiore a 15 N/mm².

19.1.2. Formazione dei rilevati

I rilevati verranno 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.

Nella formazione dei rilevati saranno innanzi tutto impiegate le materie provenienti dagli scavi ed

⁽²⁰⁴⁾ Si definisce modulo di compressione "Me" (Norme S.N.V. - Association Suisse de Normalization), in una prova di carico con piastra, il rapporto fra un certo intervallo di pressione ed il relativo intervallo di freccia, moltiplicato per il diametro della piastra:

$$Me = f_0 \cdot \Delta_p / \Delta_s \cdot D \text{ (in N/mm}^2\text{)}$$

dove:

f₀ = fattore di forma della ripartizione del costipamento; per le piastre circolari = 1;

Δ_p = differenza pesi riferiti ai singoli intervalli di carico in N/mm;

D = diametro della piastra in mm;

Δ_s = differenza dello spostamento in mm della piastra di carico, circolare, rigida, corrispondente a p;

p = peso riferito al carico trasmesso al suolo dalla piastra in N/mm².

appartenenti ad uno dei gruppi A₁ - A₂ - A₃ della ex classifica CNR-UNI. L'ultimo strato del rilevato, sottostante il piano di cassonetto, dovrà essere costituito, per uno spessore non inferiore a 30 cm costipato (e salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori), da terre dei gruppi ex A₁ - A_{2.4} - A_{2.5} - A₃ provenienti dagli scavi o da apposite scave di prestito.

Per il materiale proveniente da scavi ed appartenente ai gruppi ex A₄ - A₅ - A₆ - A₇ si esaminerà di volta in volta l'opportunità di portarlo a rifiuto ovvero di utilizzarlo previa idonea correzione e per tratti completi di rilevato.

Il materiale costituente il corpo del rilevato dovrà essere posto in opera a strati successivi, di spessore uniforme (non eccedente i 30 cm), con la pendenza necessaria per lo smaltimento delle acque meteoriche (nel limite del 3% massimo). Ogni strato dovrà essere compattato fino ad ottenere in sito una densità del secco non inferiore al 90% di quella massima determinata in laboratorio con la prova AASHO modificata. Negli ultimi due strati verso la superficie, e comunque per uno spessore complessivo non inferiore a 50 cm, con la compattazione si dovrà raggiungere una densità del secco non inferiore al 95% della densità massima determinata come sopra; inoltre per l'ultimo strato, che costituirà il piano di posa della fondazione stradale, dovrà ottenersi un modulo di compressione Me, misurato in condizioni di umidità prossimi a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm², non inferiore a 40 N/mm².

Ogni strato sarà compattato alla densità sopra specificata, procedendo alla preventiva essiccazione del materiale se troppo umido oppure al suo inaffiamento se troppo secco, in modo da conseguire una umidità non diversa da quella ottima predeterminata in laboratorio, ma sempre inferiore al limite di ritiro diminuito del 5%. L'Appaltatore dovrà curare la scelta dei mezzi di costipamento nella forma più idonea per il raggiungimento delle densità prescritte, servendosi di norma ⁽²⁰⁵⁾:

- a) - per i terreni di rilevati riportabili ai gruppi ex A₁ - A₂ - A₃ (terre ghiaio-sabbiose) mezzi a carico dinamico-sinusoidale o a carico abbinato statico-dinamico-sinusoidale;
- b) - per i terreni di rilevati riportabili ai gruppi ex A₄ - A₅ - A₆ - A₇ (terre limo-argillose): mezzi a rulli e punte e carrelli pigiatori gommati, eccezionalmente vibratorii.

Qualora nel materiale di formazione del rilevato fossero incluse pietre, queste dovranno risultare ben distribuite nell'insieme di ciascuno strato e avere dimensioni non superiori a 10 cm se incluse in quello superficiale (per uno spessore di 2,00 m sotto il piano di posa della fondazione stradale). Resta dunque inteso che la percentuale di pezzatura grossolana compresa tra 7,1 e 30 cm non dovrà superare il 30% del materiale costituente il rilevato e che tale pezzatura dovrà essere assortita; non sarà assolutamente ammesso materiale con pezzatura superiore a 30 cm.

Il materiale non dovrà essere posto in opera in periodo di gelo o su terreno gelato. Non si potrà comunque sospendere la costruzione di un rilevato, qualunque fosse la causa, senza che lo stesso abbia ricevuto una configurazione tale da assicurare lo scolo delle acque pluviali e senza che nell'ultimo strato sia stata raggiunta la densità prescritta.

Ove ritenuto necessario od opportuno, al fine di incrementare la stabilità del corpo stradale, la Direzione Lavori potrà ordinare la fornitura e posa in opera di teli "geotessili", da stendersi in strisce contigue sovrapposte nei bordi per almeno 40 cm; in tali casi la resistenza a trazione dei teli non dovrà essere inferiore a 1200 N/5 cm.

19.2. RILEVATI E RINTERRI ADDOSSATI A MURATURE – RINTERRI DI CAVI

Per i rilevati ed i rinterrati da addossare alle murature, per il riempimento dei cavi per le condotte in genere e per le fognature, si impiegheranno di norma le materie provenienti dagli scavi purché di natura ghiaiosa, sabbiosa o sabbioso-limosa. Resta assolutamente vietato l'impiego di materie argillose ed in genere di tutte quelle che, con assorbimento di acqua, rammolliscono e gonfiano generando spinte e deformazioni.

I riempimenti dovranno essere eseguiti a strati orizzontali di limitato spessore, umidificati ove necessario, e ben costipati onde evitare eventuali cedimenti o sfiancamenti nelle murature. In ogni caso sarà vietato addossare

⁽²⁰⁵⁾ Si riportano, nella presente tabella, i risultati di prove eseguite dal *Road Research Laboratory* per confrontare il migliore rendimento delle varie macchine per compattare:

NATURA DEL TERRENO		Spessore strato (cm)	Tipo di macchina consigliata (per umidità ottima o inferiore)
Ciottoli grossi e frammenti di roccia dura		30 ÷ 60	<i>Rullo liscio da 12 t o battitore da 2 t</i> (riducendosi la grossezza dei frammenti aumentare il peso del battitore fino ad un massimo di 8 t)
Roccia friabile in frammenti minori di 10 cm		30	<i>Cilindro a piedi e successivamente cilindro a pneumatici</i>
Ghiaia o sabbia sciolta		20 ÷ 30	<i>Trattore a cingoli o battitore da 2 t</i>
Materiali coesivi	Sabbia argillosa	20 ÷ 30	<i>Rullo a piedi, carrello pigiatore e rullo liscio da 5 t</i>
	Limo argilloso	15 ÷ 20	<i>Rullo a piedi e rullo liscio da 8 t</i>
	Argilla	15 ÷ 20	<i>Rullo a piedi e rullo liscio da 8 ÷ 12 t</i>
	Miscela di terreno argilloso ed aggregati	15 ÷ 20	<i>Compressore a pneumatici e cilindro da 8 t</i>

terrapieni a murature di fresca costruzione.

Sarà obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati ed ai rinterri, durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'asestamento delle terre e questo affinché, all'epoca del collaudo, gli stessi abbiano esattamente le dimensioni di progetto. Tutte le riparazioni e ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata o imperfetta osservanza del presente punto, ed anche dei punti che precedono, saranno a completo carico dell'Appaltatore.

19.3. PIANI DI POSA IN TRINCEA

Anche nei tratti in trincea, dopo effettuato lo scavo del cassonetto, si dovrà provvedere alla preparazione del piano di posa della sovrastruttura stradale; tale preparazione verrà eseguita, a seconda della natura del terreno, in base alle seguenti lavorazioni:

- a) - Se il piano di posa è costituito da *terre ghiaiose e sabbiose* (ex gruppi A₁ - A₂ - A₃) la relativa preparazione consisterà nella compattazione dello strato sottostante il piano di posa stesso, per uno spessore di 30 cm al di sotto del piano di cassonetto, in modo da raggiungere una densità del secco pari almeno al 95% della densità massima AASHO modificata determinata in laboratorio, governando il grado di umidità della terra fino a raggiungere quello ottimale (prima di eseguire il compattamento).
- b) - Se il piano di posa è costituito invece da *terre limose o argillose* (ex gruppi A₄ - A₅ - A₆ - A₇) potrà richiedersi dalla Direzione Lavori la stabilizzazione del terreno in sito, mescolando ad esso altro terreno idoneo, per una altezza che dovrà essere indicata caso per caso, e costipando fino ad ottenere una densità del secco non inferiore al 95% del massimo ottenuto con la prova AASHO modificata, ovvero potrà richiedersi l'approfondimento degli scavi e la sostituzione dei materiali in loco con i materiali per la formazione dei rilevati (ex gruppi A₁ - A₂ - A₃) e per uno spessore tale da garantire una sufficiente ripartizione del carico. Tale ultima determinazione dovrà in ogni caso avvenire in presenza di *terreni torbosi* (ex gruppo A₈).

Il comportamento globale dei cassonetti in trincea sarà comunque controllato dalla Direzione Lavori mediante la misurazione del *modulo di compressione Me* il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso tra 0,15 e 0,25 N/mm², non dovrà essere inferiore a 40 N/mm².

Art. 20 FANGHI DI BENTONITE

I fanghi di bentonite da impiegare nello scavo di palificate e di trincee per l'esecuzione di paratie e di muri, o comunque per il sostegno delle pareti di un cavo, dovranno essere costituiti di una miscela di bentonite attivata, di ottima qualità, e acqua, di norma nella proporzione di 8 o 16 kg di bentonite asciutta per 100 litri di acqua, salvo la facoltà della Direzione di ordinare una diversa dosatura. Il contenuto in sabbia finissima dovrà essere inferiore al 3% in massa della bentonite asciutta.

La miscela dovrà presentare una gelimetria, a 0 °C, compresa tra 5 e 15 cm di affondamento ed una massa volumica, misurata nella vasca di accumulo, compresa tra 10,5 e 11 kN/m³. Tale massa dovrà essere controllabile in cantiere a mezzo delle apposite attrezzature di laboratorio; per quanto riguarda invece la gelimetria, nonché i valori del rigonfiamento, della decantazione, del pH e della viscosità della miscela si farà ricorso ad un Laboratorio ufficiale.

Art. 21 PALI DI FONDAZIONE – ANCORAGGI

21.0. GENERALITÀ

In linea preliminare si richiamano, per le zone sismiche, le "Norme Tecniche per il progetto sismico di opere di fondazione e di sostegno dei terreni" disposte con Ordinanza P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274 e s.m.i.

21.0.1. Scelta del tipo di palificata

Il tipo di pali da adottare, il diametro, il numero e la lunghezza saranno fissati dalla Direzione Lavori sulla base dei dati di progetto e di quelli che fornirà l'Appaltatore a seguito delle indagini geotecniche e geologiche che lo stesso potrà essere incaricato di effettuare.

In ogni caso si dovrà tener conto dei vari aspetti che possono influire sull'integrità e sul comportamento dei pali quali la distanza relativa, la sequenza di installazione, i problemi di rifluimento e sifonamento per i pali trivellati, l'addensamento del terreno nel caso dei pali battuti, l'azione del moto di una falda idrica o di sostanze chimiche presenti nell'acqua o nel terreno sul conglomerato gettato in opera, la connessione dei pali alla struttura di

collegamento. Dovranno comunque essere rispettate le disposizioni di cui al paragrafo 7.3 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" approvate con D.M. 14 settembre 2005.

Resta comunque inteso che all'atto esecutivo potranno essere prescritti tipi di fondazione diversi da quelli di progetto senza che per questo l'Appaltatore possa trarne motivo per accampare diritti di sorta o pretendere speciali compensi.

21.0.2. Calcolo della resistenza

Il calcolo della resistenza, occorrendo, sarà effettuato mediante formule dinamiche o statiche opportunamente valutate in rapporto al tipo di palo, alle caratteristiche del terreno, ai risultati delle prove preliminari di carico e all'entità dell'opera da realizzare. In particolare la resistenza di calcolo "Rd" del palo singolo potrà essere determinata con:

- a) - metodi di calcolo analitici, dove Rd viene calcolato con riferimento ai parametri del terreno, ottenuti da prove sperimentali, oppure tramite metodi empirici che utilizzano direttamente il risultato di prove in sito (prove penetrometriche, ecc.);
- b) - risultati di prove di carico statico su pali di prova;
- c) - metodi di calcolo basati sull'osservazione del comportamento dei pali durante la battitura.

Con riferimento ai pali battuti dovrà comunque tenersi presente che il rifiuto si intenderà raggiunto quando, con determinata volata del maglio, l'affondamento non risulterà superiore al limite stabilito in rapporto alla portanza richiesta. A tale fine le ultime volate saranno battute in presenza di un incaricato della Direzione lavori, fermo restando che in alcun caso l'Appaltatore potrà recidere il palo senza preventiva autorizzazione.

Anche per i pali trivellati vale quanto riportato alle precedenti lettere a), b) e c). Stabilita la resistenza caratteristica R_k , il valore della resistenza Rd sarà pari al rapporto R_k/α_{Rd} , con α_{Rd} riportata nella Tab. 7.3.1 delle "Norme Tecniche". La verifica della capacità portante dell'insieme palo-terreno dovrà comunque essere sempre accompagnata dalla verifica del palo quale componente strutturale. I pali dovranno essere verificati anche nei riguardi di eventuali forze orizzontali.

21.0.3. Stabilità dei pali in gruppo

Nel caso di impiego dei pali in gruppo saranno applicati dei coefficienti di riduzione alle portanze dei singoli pali, supposti isolati.

L'efficienza del gruppo sarà calcolata quantomeno mediante la formula di Converse-Labarre che comporta, per interassi pari a 3 diametri, riduzioni del 10% per impiego di due pali e fino al 20% per impiego di 10 o più pali monofilari. Nel caso di più file la riduzione potrà avvenire fino a circa il 40%. Dovrà inoltre verificarsi che al di sotto del piano di base dei pali, e per una profondità alla quale i carichi sono ancora sensibili, non vi siano strati di terreno molto compressibili la cui stabilità possa essere compromessa dal carico della palificata, né che esistano possibilità di attrito negativo per effetto di compressibilità del terreno attraversato o di consolidamento.

A tali verifiche sarà subordinata la determinazione dell'interasse dei pali, che in ogni caso non sarà inferiore a tre diametri (5 diametri nel caso di palificate sospese).

Per i pali resistenti alla punta dovrà accertarsi il raggiungimento dello strato resistente e l'approfondimento, in detto strato, per una misura non inferiore a tre diametri e, in ogni caso, non inferiore a 1 m.

21.0.4. Pali di prova

La costruzione della palificata dovrà essere preceduta dall'esecuzione di pali di prova per i quali la Direzione Lavori fisserà il numero ⁽²⁰⁶⁾, l'ubicazione, le caratteristiche e le modalità di carico. Sui pali di prova i carichi dovranno essere spinti possibilmente fino a rottura (stato limite oltre il quale il palo affonderà nel terreno sotto carico costante, senza stabilizzazione né ritorno elastico) e ciò specialmente in presenza di terreni plastici o plasticizzabili.

In ogni caso i carichi di prova non saranno mai inferiori a 2 volte i carichi di esercizio (2,5 volte per opere interessanti comunque linee ferroviarie e 3 volte per opere in zone sismiche).

21.0.5. Prove di carico – Collaudo

Il collaudo dei pali costituenti la palificazione verrà effettuato con prove di carico che la Direzione Lavori potrà richiedere nel tempo e nel numero che riterrà opportuno, a cura ed a carico dell'Appaltatore, e prima della realizzazione delle strutture che gli stessi saranno destinati a sopportare.

⁽²⁰⁶⁾ Per le opere di notevole importanza e quando, per le caratteristiche dei terreni, i risultati delle indagini non consentano di esprimere giudizi affidabili sul comportamento dei pali, tale numero sarà non inferiore all'1% del numero totale dei pali, con un minimo di due.

Il carico di prova sarà non inferiore ad 1,5 volte il carico di progetto; il carico di contrasto dovrà essere percentualmente superiore al carico di prova onde garantire con sicurezza il raggiungimento di quest'ultimo. I flessimetri dovranno essere sistemati ad opportuna distanza dall'asse del palo, di norma non inferiore a 2,00 m, e costituiranno i vertici di un triangolo equilatero di cui un lato starà su un diametro del palo. I cedimenti del palo in prova saranno assunti pari alla media dei valori registrati.

Il carico finale di prova dovrà essere raggiunto con incrementi successivi ed uguali ⁽²⁰⁷⁾, per ciascuno dei quali si effettueranno letture ai flessimetri, la prima immediatamente, le altre entro i primi trenta minuti, le successive ogni trenta minuti fino alla stabilizzazione. Raggiunto il carico previsto esso sarà mantenuto immutato per almeno tre ore, salvo che la Direzione Lavori non ritenesse opportuno prolungare tale durata. Nella fase di scarico, i decrementi avranno valori identici agli incrementi adottati nella corrispondente fase di carico.

La seconda fase di carico avverrà con le stesse modalità della prima, partendo con i flessimetri dalla precedente posizione di scarico (cedimento permanente) e pervenendo fino al carico di rottura nel caso di pali di prova o al carico di prova nell'entità precedentemente fissata. Raggiunto il massimo carico, si manterrà lo stesso per non meno di 24 ore e successivamente, salvo diversa disposizione, lo si riporterà a zero con le modalità già descritte. Sarà buona norma eseguire durante la prova una serie di scarichi (almeno tre di cui uno al carico di esercizio) per potere leggere il ritorno elastico.

21.0.6. Registro delle annotazioni

Dovrà essere istituito in cantiere e conservato negli uffici di direzione un apposito registro sul quale giornalmente, in contraddittorio tra Direzione Lavori ed Appaltatore o rispettivi rappresentanti, dovranno essere annotati il numero ed il tipo dei pali eseguiti, la profondità raggiunta da ciascun palo, i materiali impiegati, le modalità esecutive e per i pali battuti, il peso del maglio, il numero dei colpi, l'altezza di percussione ed il rifiuto.

Su tale registro verranno altresì verbalizzate le prove di carico che saranno in particolare corredate dai seguenti elementi:

- la pianta della fondazione con l'indicazione del palo sottoposto a prova;
- la natura e la stratigrafia del terreno attraversato con l'indicazione del livello delle acque freatiche;
- la dimensione e la natura del palo e, per i pali in c.a., il tipo e la data di fabbricazione, il dosaggio del calcestruzzo, l'armatura di ferro e la forma della puntazza; per i pali gettati in opera, il diametro del tubo, la forma ed il consumo di calcestruzzo;
- il risultato dell'infissione del palo, il rifiuto per ogni serie di colpi al minuto, il peso del maglio e la caduta, il peso del cuscinetto ammortizzatore, il tipo di battipalo impiegato;
- il giorno e l'ora di inizio della prova e le relative condizioni atmosferiche;
- i dati relativi al martinetto idraulico, ai flessimetri e loro posizione, al manometro, alle curve di taratura ed allo schema delle prove;
- il diagramma carichi-cedimenti costruito in base alle letture effettuate durante la prova ed il diagramma tempi-cedimenti;
- le tabelle cronologiche riportanti le letture al manometro, il carico in tonnellate, le letture ai singoli flessimetri e la relativa media;
- le eventuali osservazioni circa i fatti anormali avvenuti durante la prova.

21.0.7. Diagrammi delle prove di carico – Cedimenti

Eseguite le prove di carico dovrà porsi riguardo che l'analisi e l'interpretazione degli elementi raccolti non venga limitata alla portata dei singoli pali, ma venga studiata l'intera fondazione nel suo insieme tenendo presenti le caratteristiche dei terreni e le condizioni generali di progetto. Comunque, ove fosse stato determinato con sufficiente sicurezza il carico di rottura su pali di prova, il carico ammissibile (o di esercizio) non dovrà essere superiore al 50% del valore determinato.

Per il resto, se non diversamente disposto, dovrà verificarsi che gli abbassamenti dei pali, sottoposti a prove di carico, non siano superiori ai seguenti valori:

- 1,5 mm: sotto un carico pari a 1,5 volte il carico di esercizio;
- 2,5 mm: sotto un carico pari a 2 volte il carico di esercizio;
- 6,0 mm sotto un carico pari a 3 volte il carico di esercizio.

⁽²⁰⁷⁾ Di norma non superiore a 50 kN per il palo da 40 cm di diametro, salvo il caso di elevate portate e diametri maggiori per cui potrà aversi un incremento proporzionale al quadrato dei diametri.

I cedimenti elastici, inoltre, non dovranno essere inferiori al 50% dei valori sopra riportati.

21.1. PALI IN CALCESTRUZZO COSTRUITI FUORI OPERA

21.1.0. Generalità

I pali in argomento potranno essere o del tipo a *sezione piena* (circolare o poligonale), opportunamente vibrati in forme verticali, o a *sezione cava centrifugati*. In ogni caso saranno realizzati con la più scrupolosa osservanza delle norme sui cementi armati, avranno alto dosaggio di cemento (pozzolanico o d'alto forno), resistenza caratteristica a compressione a 28 giorni non inferiore a 40 N/mm^2 , armatura idonea alle condizioni di impiego (con copriferro di almeno 3 cm) e saranno dotati, all'estremità inferiore, di robuste puntazze metalliche saldamente ancorate al conglomerato.

L'infissione dei pali dovrà essere effettuata sino a rifiuto con idoneo battipalo ⁽²⁰⁹⁾, curando al massimo la cerchiatura della testa con ghiera di acciaio e interposizione di idoneo *ammortizzatore* ⁽²¹⁰⁾ tra testa e maglio onde evitare rotture e lesioni. Il rifiuto si intenderà raggiunto quando l'affondamento, prodotto da un determinato numero di colpi di maglio cadenti successivamente dalla stessa quota, non superi il limite stabilito a seguito dell'infissione dei pali di saggio, in relazione alla resistenza che il palo dovrà offrire ⁽²¹¹⁾.

Nei terreni ghiaiosi o sabbiosi la prima parte dell'affondamento potrà farsi, oltre che con la battitura, anche con l'ausilio di acqua in pressione, attraverso fori realizzati lungo l'asse del palo o con tubo metallico. Occorrerà registrare il numero di colpi necessario all'affondamento dei pali per ciascun tratto di 50 cm finché la resistenza alla penetrazione risulti minore di un colpo per ogni $1,5 \div 2 \text{ cm}$; ove la resistenza risulti maggiore, la registrazione sarà effettuata per ciascun tratto di 10 cm. Sul fusto dei pali saranno pertanto riportate tacche di graduazione, a partire dalla punta, con interdistanza di un metro o inferiore. Qualora durante l'infissione si verificassero scheggiature, lesioni o deviazioni d'asse non tollerabili, i pali dovranno essere rimossi e sostituiti.

21.1.1. Pali in cemento armato vibrato a sezione piena

Avranno dimensione laterale minima non inferiore a 30 cm per lunghezze inferiori a 10 m ed a 40 cm per lunghezze fino a 15 m. Per pali molto lunghi la rastremazione dovrà essere dell'ordine dell' $1 \div 1,5\%$.

L'armatura longitudinale sarà compresa tra il $2 \div 4\%$ della sezione del palo; la staffatura sarà possibilmente a spirale, con frettaggi di rinforzo alle estremità.

21.1.2. Pali in cemento armato centrifugato

Avranno sezione cava, forma tronco conica rastremata, e saranno confezionati in appositi stabilimenti con conglomerato di alta qualità ed acciaio con carico di rottura non inferiore a 735 N/mm^2 .

In rapporto alla lunghezza dei pali, da 6 a 18 m ed anche oltre, dovranno inoltre aversi le seguenti caratteristiche minime: diametro in punta da 22 a 24 cm; spessore medio delle pareti da 6 a 10 cm; numero di tondi longitudinali da 8 a 16; diametro dei tondi da 8 a 12 mm. I pali saranno muniti in testa di anelli di rinforzo adeguati.

21.2. PALI IN CALCESTRUZZO COSTRUITI IN OPERA

21.2.1. Pali battuti o pressati

I pali in argomento, del tipo Simplex e derivati, Franki e simili, saranno eseguiti conficcando nel terreno, con uno dei sistemi in uso o speciali brevettati, un tubo forma, del diametro corrispondente a quello del palo in esecuzione, fino a raggiungere la profondità necessaria per ottenere il rifiuto corrispondente al carico che il palo dovrà sostenere, quale risulterà dai calcoli o dalle prove effettuate.

I tubi metallici saranno provvisti all'estremità inferiore di puntazze metalliche o di cemento armato, atte a garantire la chiusura stagna durante la battitura, e di tipo da abbandonarsi in opera.

Ultimata l'infissione del tubo-forma, verrà realizzato a mezzo di maglio cadente entro lo stesso, oppure mediante aria compressa, un bulbo di base in calcestruzzo, con basso rapporto acqua-cemento e classe non inferiore a

⁽²⁰⁹⁾ Nel caso di impiego di battipalo con maglio a caduta libera, il peso di quest'ultimo sarà dell'ordine di $20 \div 40 \text{ kN}$ e comunque non inferiore al peso del palo mentre l'altezza di caduta non dovrà superare i 2,50 m.

⁽²¹⁰⁾ L'ammortizzatore sarà costituito di norma da un doppio bicchiere in fusione di acciaio con anima (cuscinetto) in legno duro o legno e gomma fondellati con dischi di lamiera.

⁽²¹¹⁾ L'onere dei pali di saggio risulta a carico dell'Appaltatore.

Rck 25 N/mm²; con lo stesso criterio verranno realizzati la canna ed i bulbi intermedi, curando che il materiale sia versato tratto a tratto, in volumi modesti e pressato o battuto in modo da espandersi nelle masse terrose circostanti..

L'introduzione del calcestruzzo nel tubo-forma avverrà mediante una tubazione convogliatrice immersa nel precedente getto o mediante benna speciale automatica. Durante il getto verrà evitato con ogni mezzo (incamicatura o altro), il dilavamento del calcestruzzo per eventuali falde freatiche o correnti subalvee. Il tubo-forma verrà ritirato, tratto a tratto, con estrema cautela, ad evitare interruzioni nella continuità del calcestruzzo (²¹²).

Eventuali armature metalliche, interessanti in tutto o in parte la lunghezza del palo, verranno collocate prima dell'inizio del getto nel tratto interessato adottando poi ogni precauzione per garantirne stabilità di posizione e di forma.

Qualora il palo non fosse completamente armato, in testa allo stesso, per il collegamento con le strutture soprastanti, verranno annegati dei ferri longitudinali, costituiti da un minimo di 5 Ø 16 (e comunque di sezione complessiva non inferiore al 5% della superficie della testa del palo), annegati nel palo per una lunghezza pari a quattro diametri dello stesso ed emergenti per una lunghezza pari a 40 diametri dei tondi impiegati. Tali ferri saranno staffati con spirale Ø 8 di passo non superiore a 20 cm.

Ultimata l'esecuzione ed eseguite le dovute prove di carico, sotto le strutture di collegamento delle testate dovrà eseguirsi un getto di calcestruzzo magro di spessore non inferiore ad 1/5 del diametro del palo ed in ogni caso non inferiore a 15 cm. Lo stesso dicasi per i pali di cui al seguente punto 64.3.2.

21.2.2. Pali trivellati

Per i pali eseguiti in opera con tubi infissi mediante trivellazione, si eseguirà la perforazione del terreno facendo scendere via via un tubo metallico (tubo-forma), con elemento di estremità fornito di ghiera tagliente, di diametro uguale a quello teorico del palo, oppure per mezzo di speciali trivelle o sonde di percussione. Il tubo metallico, ove non fosse di un solo pezzo, dovrà essere formato con elementi filettati che assicurino la perfetta direzione e coassialità del palo.

La posa in opera del calcestruzzo e dell'armatura metallica e il sollevamento del tubo-forma avverranno con i criteri descritti al punto precedente. Il cemento sarà di tipo pozzolanico o d'alto forno; la classe del calcestruzzo non inferiore a Rck 25 (N/mm²). Le armature dovranno essere provviste di opportuni dispositivi distanziatori e centratori atti a garantire un copriferro di 5 cm.

Nel caso di attraversamento di vene dilavanti si effettuerà l'incamicamento del tratto di palo interessato con un controtubo di lamierino leggero. Con particolare cura saranno poi evitate soluzioni di continuità nel getto di calcestruzzo (per "tappi" o inclusioni di materiale terroso) e ciò specialmente all'atto dello sfilamento del tubo.

La realizzazione del fusto con sistema "Prepakt" o simili sarà ritenuta idonea solo a saturazione totale dei vuoti tra gli inerti, mediante iniezioni, da controllare con apposito manometro.

La rasatura delle teste dei pali dovrà essere eseguita sino alla completa eliminazione di tutti i tratti nei quali le caratteristiche del conglomerato non dovessero rispondere a quelle previste. In tal caso l'Appaltatore sarà tenuto a procedere a sua cura e spese al prolungamento del palo sino alla quota del plinto.

21.2.3. Pali a grande diametro

Se non diversamente disposto, potranno essere realizzati con qualunque tipo di attrezzatura (a rotazione, a percussione, a roto-percussione) e con contemporaneo impiego di tubo-forma, purché venga garantita la perfetta calibratura dello scavo e venga posta la massima cura atta ad evitare franamenti delle pareti del foro. Per i pali realizzati con l'impiego di fanghi bentonitici e senza l'uso del tubo-forma lo scavo dovrà eseguirsi esclusivamente con apposita attrezzatura a rotazione o a roto-percussione, a seconda della natura del terreno. I fanghi avranno il dosaggio prescritto dalla Direzione Lavori e potranno essere *statici* o a *circolazione inversa*.

Il fusto del palo, in rapporto alle prescrizioni, potrà essere realizzato con conglomerato cementizio di classe Rck 30 (N/mm²), con sistema "prepakt" o con malta colloidale ("colgrout"). Con gli ultimi due sistemi, da impiegarsi di norma in presenza di acqua, si introdurrà nel pilone di scavo l'aggregato (ghiaia o pietrisco) e s'inietterà quindi sotto pressione una malta cementizia di particolari caratteristiche antidilavanti (²¹³).

(²¹²) Si avrà cura in particolare che l'estremità inferiore del tubo-forma rimanga sempre almeno 100 cm sotto il livello superiore raggiunto dal conglomerato.

(²¹³) In condizioni normali per un metro cubo di ghiaia (con il 40% di vuoti) occorreranno 400 litri circa di malta. Questa, con il sistema "prepakt", sarà composta da 200 kg di cemento tipo 425, 100 kg di additivo speciale siliceo (tipo Alfesil) e 300 kg di sabbia (passante al 2 UNI 2332); nel tipo colloidale si otterrà invece centrifugando, in appositi miscelatori, la sabbia con il cemento in presenza di acqua, nel rapporto in peso sabbia/cemento da 1/1 a 3/1 (secondo prescrizione).

21.2.4. Pali tipo Raymond

Per i pali previsti con tubo-forma metallico perduto, lo scavo dovrà avvenire, per adeguata lunghezza, senza asportazione di terreno e l'infissione del tubo sarà effettuata con percussione in sommità oppure per trascinarsi, mediante apposito mandrino, a seconda che si tratti di elemento in lamiera liscia oppure corrugata elicoidalmente. In quest'ultimo caso, il mandrino sarà battuto con maglio di inerzia non inferiore a 2,5 tm per ogni colpo.

I rifiuti che si verificheranno durante l'infissione saranno registrati e formeranno base di riferimento per il calcolo di portanza del palo.

Particolare cura dovrà essere posta perché siano evitate rotture sia alla base che sulle superfici laterali del tubo. Ove ciò dovesse avvenire, l'Appaltatore sarà tenuto a proprie spese al riempimento del tubo ed alla conseguente sostituzione. Il getto pertanto, che sarà effettuato con le modalità in precedenza descritte, non potrà essere eseguito prima che la Direzione Lavori abbia verificato l'integrità del tubo-forma.

21.3. MICROPALI

21.3.1. Pali radice ⁽²¹⁴⁾

Impiegati in opere di sottofondazione, ancoraggi, tirantature per muri di sostegno, reticoli di consolidamento, ecc., saranno ottenuti perforando, con speciali attrezzature, le strutture esistenti ed approfondendo con continuità, e sempre a rotazione, un tubo-forma del diametro di circa 100 mm fino a raggiungere l'approfondimento richiesto in relazione alle caratteristiche del terreno e ai requisiti richiesti ⁽²¹⁵⁾.

L'avanzamento del tubo-forma verrà ottenuto con aria compressa, con acqua o con altri particolari dispositivi a seconda delle circostanze, la natura del terreno e la presenza o meno di acqua.

Ultimata la trivellazione verrà collocata, nell'interno del tubo-forma, un'anima metallica costituita da una o più barre di acciaio alettato, secondo le disposizioni della Direzione e gli scopi da conseguire. Si eseguirà quindi il getto con aria compressa, con la contemporanea estrazione del tubo-forma. Il conglomerato sarà costituito di malta cementizia ad elevata dosatura di cemento, opportunamente additivata.

Ove sia richiesta la formazione di un bulbo di base, il sistema opererà a mezzo di apposita "cella di espansione" curando che la pressione di iniezione della miscela cementizia eviti rotture del terreno.

21.3.2. Micropali Tubfix ⁽²¹⁴⁾

Avranno, a differenza dei micropali di cui al punto precedente, l'armatura costituita da un tubo di acciaio di sensibile spessore (e comunque prescritto in Elenco) dotato di valvole di iniezione in gomma (*manchettes*) poste ad intervalli di 30 ÷ 50 cm o diversamente indicati.

I tubi saranno dotati di distanziatori non metallici onde evitare contatti di posizione con il terreno circostante. Nell'esecuzione dovrà pertanto curarsi una perfetta esecuzione della guaina cementizia ed inoltre l'esatta calibratura della pressione-valvola al fine di non incorrere nella formazione di iniezioni lamellari (*claquages*).

Durante la fase di iniezione, che inizierà dalla valvola più profonda, saranno segnati in corrispondenza di ogni valvola i volumi di malta iniettati e le relative pressioni raggiunte. Nel caso di sottofondazioni potrà essere richiesta la precompressione dei Tubfix a mezzo di tubo coassiale, cementato alla struttura esistente, e idonei martinetti.

21.4. PALI SPECIALI

21.4.1. Pali di sabbia

Avranno per scopo il drenaggio e il consolidamento accelerato dei terreni argillosi saturi in corrispondenza di rilevati e si eseguiranno perforando con tubo-forma il terreno, senza asportazione di materiale, fino allo strato compatto di argilla, e successivamente riempiendo la cavità con sabbia pulita vagliata, monogranulare e della granulometria prescritta.

I pali di sabbia saranno collegati in sommità da uno strato di sabbia non inferiore a 50 cm, da estendersi al di fuori del piede del terrapieno e della fondazione.

⁽²¹⁴⁾ Pali speciali di piccolo diametro brevettati.

⁽²¹⁵⁾ La presenza del tubo-forma non costituisce condizione di essenzialità.

21.4.2. Pali di costipamento (vibroflottazione)

Avranno per scopo il costipamento superficiale di terreni incoerenti, sabbiosi o ghiaiosi, e comunque anche di terreni coerenti, di natura essenzialmente argillosa, molto plastici, torbosi, ad alto contenuto di acqua.

La formazione del palo (o compattazione in colonna) avverrà per mezzo di uno speciale vibratore meccanico (vibroflot) di potenza non inferiore a 25 kw, dotato di una massa eccentrica tale da sviluppare, in rotazione, una forza centrifuga non inferiore a 100 kN (10 t). La macchina funzionerà con forte getto di acqua in pressione nella pare terminale dell'attrezzo; l'affondamento avverrà per la vibrazione e la simultanea saturazione della sabbia con acqua. Il cratere formantesi in superficie dovrà essere alimentato continuamente con sabbia o ghiaia fino a saturazione.

21.4.3. Pali di consolidamento (jet grouting)

Saranno costituiti da colonne consolidate di terreno ottenute mediante perforazione dello stesso senza asportazione di materiale e successiva iniezione ad elevata pressione, a mezzo di aghi rotanti perforati, di miscele consolidanti rispondenti ai requisiti di progetto ed approvate dalla Direzione Lavori. La stessa dovrà peraltro approvare l'intero procedimento realizzativo con particolare riguardo ai seguenti parametri: qualità, dosaggio e pressione delle miscele consolidanti; rotazione e tempo di risalita delle aste di iniezione; modalità di controllo dei parametri stessi, eventuale impiego di armature. A tal fine l'Appaltatore dovrà predisporre un opportuno *campo prove*.

Per la realizzazione del *jet-grouting* ⁽²¹⁶⁾ saranno utilizzate delle aste di perforazione con valvola elettrica all'estremità inferiore dotata di uno o più ugelli (\varnothing 1,5 ÷ 3 mm); le fasi del trattamento saranno:

- andata o perforazione, in cui le aste saranno inserite fino alla profondità richiesta;
- ritorno o estrazione e contemporanea iniezione ad altissima pressione (300 ÷ 600 bar) della miscela ⁽²¹⁷⁾.

La sospensione cementizia avrà un rapporto cemento/acqua pari a 0,5 ÷ 1, da determinare in base a: granunometria; permeabilità o grado di umidità delle formazioni coesive a bassa permeabilità. La portata di iniezione sarà di norma di 1 ÷ 3 litri/s e il volume di miscela iniettata di 200 ÷ 350 litri/s corrispondente al 60 ÷ 70% del volume di terra trattato. Le aste avranno velocità di risalita di 25 ÷ 50 cm/min. e velocità di rotazione di 10 ÷ 20 giri/min secondo prescrizione ⁽²¹⁷⁾.

Il campo prove, mirato alla definizione dei parametri di iniezione, sarà costituito da n. ⁽²¹⁸⁾ colonne, realizzate fino ad una profondità di 4,00 m ed a interasse di 1,00 m, ottenute variando la pressione di iniezione, il diametro e la disposizione degli ugelli, la composizione della miscela di iniezione e gli altri parametri.

Su tali colonne verranno eseguite le seguenti prove:

- prove *in situ* mediante carotaggio continuo, di tutte le colonne e per l'intera loro lunghezza;
- prove in laboratorio su campioni significativi, di dimensioni rispondenti alle norme sui calcestruzzi;
- prove di rottura a compressione semplice, con rilievo della curva sforzi-deformazioni, da eseguire dopo 28 giorni di maturazione della miscela per terreni incoerenti, dopo 40 giorni per terreni coesivi;
- prova di trazione brasiliana;
- prova triassiale.

Il controllo sistematico dei parametri di lavoro (pressione, portata, quantitativi di miscela immessa) dovrà essere attuato mediante opportune apparecchiature di registrazione e controllo automatico.

Le colonne di prova saranno portate alla luce previa asportazione del terreno circostante, quindi ispezionate, misurate e fotografate. I campioni carotati dovranno presentare una resistenza caratteristica non inferiore a 10 N/mm²; le colonne un diametro non inferiore a 60 cm.

I risultati del campo prove dovranno essere raccolti in un rapporto tecnico dove saranno rappresentati i parametri e le modalità di lavoro ed i risultati ottenuti.

⁽²¹⁶⁾ Il *jet-grouting* potrà essere prescritto in qualunque terreno che richieda un miglioramento delle proprietà meccaniche, in particolare in terreni incoerenti e debolmente coesivi. Potrà essere applicato anche sotto falda in presenza di moti di filtrazione con velocità dell'ordine di 0,1 cm/s, con l'utilizzo di particolari miscele. Nei terreni così trattati la permeabilità finale dovrà risultare nulla.

⁽²¹⁷⁾ Stabilita la portata in base al diametro degli ugelli ed alla pressione, la velocità di risalita sarà data dal volume specifico di miscela da iniettare.

⁽²¹⁸⁾ N. 10 colonne, se non diversamente prescritto dalla Direzione Lavori.

21.5. ANCORAGGI

21.5.0. Generalità

Saranno di norma differenziati in relazione al tipo di armatura impiegata ed alle modalità di lavoro della stessa (²¹⁹). Qualunque sia in ogni caso il tipo di ancoraggio, questo dovrà essere realizzato nel rispetto delle prescrizioni di cui al paragrafo 7.3.3 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" approvate con D.M. 14 settembre 2005 e, per quanto non incompatibile, nel rispetto delle "Raccomandazioni" pubblicate dall' AICAP sull'argomento, tenendo peraltro presente che l'esecuzione dei tiranti dovrà essere preceduta da "prove di verifica" così come prescritto al comma 4, punto 7.3.3.3 delle norme citate.

In ogni caso lo studio dell'ancoraggio richiederà una valutazione preventiva della resistenza limite a trazione, cui dovrà seguire una conferma sperimentale con prove di trazione in sito. Tali prove dovranno essere spinte a valori del carico tali da portare a rottura il complesso ancoraggio-terreno e saranno in numero che stabilirà la Direzione Lavori in rapporto all'estensione degli ancoraggi e alla uniformità o meno delle caratteristiche del sito di impianto (²²⁰).

La prova di collaudo consisterà in un ciclo semplice di carico e scarico nel quale l'ancoraggio sarà sottoposto ad una forza pari ad 1,2 volte il previsto sforzo di esercizio.

21.5.1. Tiranti – Materiali e componenti

Gli acciai impiegati nei tiranti dovranno essere conformi alle specifiche legislative relative agli acciai da c.a.p. Gli apparecchi di testata e gli altri particolari costruttivi alle specifiche di cui alla circolare superiormente citata. Tutti i materiali dovranno comunque provenire da unico produttore ed essere marchiati.

Le miscele di malta cementizia dovranno avere un tempo di percolamento, al cono di Marsh, compreso tra 20 e 30 secondi; miscele speciali potranno venire ammesse solo se certificate dal produttore che dovrà anche depositare un protocollo di impiego.

Le guaine dovranno essere di polietilene o polipropilene; potrà essere ammesso l'uso di PVC purché sia garantita l'esclusione di emissione di ioni cloro. I condotti di iniezione dovranno avere una pressione di scoppio non inferiore ad 1 MPa (1 N/mm²); i tamponi di separazione fra la parte libera e la fondazione dovranno essere impermeabili e resistenti alla pressione di iniezione.

21.5.2. Perforazione

I fori, del diametro previsto, saranno eseguiti con sonde a rotazione, a rotopercolazione, con rivestimento se necessario e con eventuale impiego di fanghi bentonitici. Saranno provati a tenuta idraulica con immissione di acqua su tutta la lunghezza del foro o sulla sola fondazione (²²¹) oppure di miscela di iniezione (²²²) con pressione minima di 1 bar (²²³).

21.5.3. Tesatura

La tesatura dei tiranti procederà in conformità al programma di progetto (gradini di carico, di norma pari ad un quarto del tiro finale di progetto, tempi, misure e registrazioni con una tolleranza del $\pm 5\%$ rispetto ai valori nominali (²²⁴). La pretensione sarà effettuata solo dopo sufficiente maturazione del bulbo di ancoraggio (28 giorni o meno dall'ultima iniezione secondo il tipo di miscela). In caso di cedimenti all'atto del tiro, saranno sospese le operazioni per riprendere le iniezioni del bulbo di ancoraggio.

L'ultimo passo della tesatura potrà essere sovradimensionato per tenere conto delle successive perdite nel cavo stesso; in subordine, esaurite le perdite, il cavo dovrà essere ritesato in modo da riportarsi al valore finale di progetto.

(²¹⁹) Questa potrà essere costituita da una normale barra di acciaio alettato, da una barra *diwidag* o da un tubo di acciaio del tipo *Tubfix* (chiodi e bulloni di ancoraggio) o, infine, da barre, fili o trefoli di acciaio armonico (tiranti di ancoraggio).

(²²⁰) Si richiamano, sull'argomento, le prescrizioni di cui al punto 6 delle Raccomandazioni AICAP.

(²²¹) Perdita massima di 1 litro/min x m x bar.

(²²²) Perdita massima di 0,2 litri/min x m x bar.

(²²³) Nei terreni sciolti o coesivi la prova sarà eseguita esclusivamente con la miscela di iniezione. In caso di esito positivo potrà inserirsi immediatamente il tirante nel foro senza preventivo lavaggio.

(²²⁴) In particolare il cantiere sarà dotto di un manometro campione, di recente taratura, con possibilità di montaggio in parallelo con quello di servizio.

21.5.4. Collaudo

Il numero dei tiranti da sottoporre a collaudo, come pure l'ubicazione, verrà concordato con la Direzione Lavori. In ogni caso è prescritto che venga collaudato almeno un tirante per ogni tipo installato, per ogni portata utile prevista e per ogni opera, con un minimo di un tirante ogni trenta per tiranti delle stesse caratteristiche tipologiche e di impianto.

21.5.5. Rapporto tecnico

Per ciascun tirante devono essere compilati i rapporti relativi alle varie fasi esecutive dove saranno annotate almeno le seguenti informazioni: tipologie di perforazione adottate e caratteristiche dei terreni attraversati; composizione del tirante e protezioni; modalità esecutive delle iniezioni e tipologia della miscela; fasi di taratura e modalità di controllo delle misurazioni.

I rapporti saranno compilati su moduli indicativamente conformi a quelli riportati al punto 3.9 delle Raccomandazioni AICAP.

Art. 22 DIAFRAMMI DI PALI – DIAFRAMMI CONTINUI

22.1. DIAFRAMMI

22.1.1. Diaframmi di pali trivellati

Saranno costituiti da pali realizzati in accostamento, nel tipo Wolfsholz o similari, costipati con aria compressa. L'esecuzione dovrà avvenire con particolare cura; il getto del calcestruzzo di un palo dovrà essere fatto dopo avere già infisso il tubo-forma del palo successivo.

Se per la natura del terreno (ciottoli grossi, trovanti, ecc.) non si riuscisse ad affondare nel terreno i due tubi-forma a perfetto contatto, dovrà opportunamente cementarsi, con adeguate iniezioni, la zona di terreno interposta tra i due pali.

22.1.2. Diaframmi continui eseguiti con impiego di fanghi di bentonite

Saranno costituiti da vere e proprie pareti di calcestruzzo, di spessore e profondità rapportati alle esigenze di impiego, armate o meno, a sezione costante, continua e monolitica fra giunto e giunto, formate in opera.

Lo scavo sarà eseguito mediante l'uso di fanghi bentonici e con procedure e mezzi atti a realizzare il taglio graduale del terreno e la raccolta del materiale di risulta senza provocarne la caduta nello scavo stesso. Per il getto del conglomerato e le eventuali armature si procederà come per i pali realizzati con analogo sistema. Particolare cura dovrà essere posta nella esecuzione dei giunti sì da garantire la più assoluta impermeabilità.

Sarà altresì cura dell'Appaltatore presentare in tempo utile, alla Direzione, i calcoli e i disegni esecutivi precisando, nel contempo, le modalità di esecuzione per tutte le fasi del lavoro. Il numero e le dimensioni dei singoli pannelli, come pure l'ordine di realizzazione degli stessi, potranno essere comunque fissati o variati dalla Direzione Lavori, senza che perciò l'Appaltatore abbia diritto ad alcun speciale compenso.

Art. 23 MALTE – QUALITÀ E COMPOSIZIONE

23.1. GENERALITÀ

La manipolazione delle malte dovrà essere eseguita, se possibile, con macchine impastatrici oppure sopra un'area pavimentata; le malte dovranno risultare come una pasta omogenea, di tinta uniforme. I vari componenti, esclusi quelli forniti in sacchi di peso determinato, dovranno ad ogni impasto essere misurati a peso o a volume. La calce spenta in pasta dovrà essere accuratamente rimescolata in modo che la sua misurazione, a mezzo di cassa parallelepipedica, riesca semplice e di sicura esattezza.

Gli impasti dovranno essere preparati solamente nella quantità necessaria per l'impiego immediato e, per quanto possibile, in prossimità del lavoro. I residui di impasto che non avessero per qualsiasi ragione immediato impiego, dovranno essere gettati a rifiuto, ad eccezione di quelli formati con calce comune che dovranno essere utilizzati il giorno stesso della loro manipolazione. I componenti delle malte cementizie e idrauliche saranno mescolati a secco.

La Direzione si riserva la facoltà di poter variare le proporzioni dei vari componenti delle malte, in rapporto ai

quantitativi stabiliti alla tabella che segue; in questo caso saranno addebitate o accreditate all'Appaltatore unicamente le differenze di peso o di volume dei materiali per i quali sarà stato variato il dosaggio, con i relativi prezzi di Elenco.

La Direzione potrà altresì ordinare, se necessario, che le malte siano passate allo staccio; tale operazione sarà comunque effettuata per le malte da impiegare nelle murature in mattoni o in pietra da taglio, per lo strato di finitura degli intonaci e per le malte fini (staccio 4 UNI 2332) e le colle (staccio 2 UNI 2332).

UNI EN 998-1 - Specifica per malte per opere murarie. Malte per intonaci interni ed esterni.

UNI EN 998-2 - Idem. Malte per murature.

UNI EN 1015 - Metodi di prova per malte per opere murarie (2-7-9-10-11-12-18-19-21).

UNI EN 943-3 - Additivi per calcestruzzi, malte e malte per iniezione. Additivi per malte per opere murarie. P.3 – Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura.

23.2. COMPOSIZIONE DELLE MALTE

23.2.1. Malte comuni, idrauliche, cementizie, pozzolaniche – Malte bastarde

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte in argomento dovranno corrispondere, salvo diversa specifica, alle proporzioni riportate in Tab. 63.

Le malte da muratura dovranno garantire prestazioni adeguate al loro impiego, in termini di durabilità e di prestazioni meccaniche, e dovranno essere

TAB. 62 - Classe di malte (d = dichiarata dal produttore e > 20 N/mm²)

Classe	M 2,5	M 5	M 10	M 15	M 20	Md
Resistenza a compressione N/mm ²	2,5	5	10	15	20	d

dotate di attestato di conformità all'annesso ZA della norma europea EN 998-2 (Marcatura CE)⁽²²⁵⁾. Dette prestazioni meccaniche sono definite mediante la resistenza media a compressione delle malte, secondo la Tab. 62 superiormente riportata. Non è ammesso l'impiego di malte con resistenza media inferiore a 1 N/mm².

TAB. 63 - Composizione delle malte comuni, pozzolaniche e bastarde (riferite a 1 m³ di inerte)

Tipo di MALTA	QUALITÀ E IMPIEGHI (*materiali vagliati)	Riferimento	Calce spenta in pasta	Calce idraulica in polvere	Pozzolana	Cemento 325	Polvere di marmo	Sabbia
		N.	(m ³)	(kg)	(m ³)	(kg)	(m ³)	(m ³)
Malta comune	Magra per murature	1	0,33					1,00
	Grassa per murature	2	0,40					1,00
	Per opere di rifinitura	3	0,50					1,00*
	Per intonaci	4	0,66					1,00*
Malta idraulica	Magra per murature	5		300				1,00
	Grassa per murature	6		400				1,00
	Per opere di rifinitura	7		450				1,00*
	Per intonaci	8		550				1,00*
Malta cementizia	Magra per murature	9				300		1,00
	Grassa per murature	10				400		1,00
	Per opere di rifinitura	11				500		1,00*
	Per intonaci	12				600		1,00*
Malta pozzolanica	Grossa	13	0,20		1,00			Per murature a sacco Per murature ordinarie Per murature in laterizi Per intonaci
	Mezzana	14	0,24		1,00			
	Fina	15	0,33		1,00			
	Colla di malta fina	16	0,48		1,00			
Malta bastarda cementizia	Media comune	17	0,30			100		1,00
	Energica comune	18	0,30			150		1,00
	Media idraulica	19		300		100		1,00
	Energica idraulica	20		200		200		1,00
Malta per stucchi	Normale	21	0,50				1,00	
	Colla di stucco	22	1,00				1,00	

⁽²²⁵⁾ Il sistema di attestazione della conformità delle malte, ai sensi del D.P.R. n. 246/93, è indicato nella presente tabella (v. punto 11.9.4 delle norme tecniche).

Per garantire la durabilità delle malte è necessario che i componenti non contengano sostanze organiche o grassi o terrose o argillose.

23.2.2. Malte espansive (antiritiro)

Saranno ottenute con impasto di cemento classe 325, sabbia ed un particolare additivo costituito da un aggregato metallico catalizzato agente come riduttore dell'acqua di impasto. La sabbia dovrà avere granulometria corrispondente alla curva di massima compattezza; le proporzioni dei componenti saranno di 1 : 1 : 1 in massa.

Le malte in argomento, qualora non confezionate in cantiere, potranno essere fornite come prodotto industriale, in confezioni sigillate, opportunamente certificate dal produttore con riferimento al sistema di marcatura CE ⁽²²⁶⁾. Si richiamano le norme:

UNI 8993 - Malte espansive premiscelate per ancoraggi. Definizione e classificazione (+F. A1).

UNI 8494 - Idem. Controllo dell'idoneità (+F. A1).

23.2.3. Malte per iniezioni di cavi di precompressione

Dovranno rispondere alle norme di seguito riportate:

UNI EN 445 - Malte per cavi di precompressione. Metodi di prova.

UNI EN 446 - Idem. Procedimento di iniezione della malta.

UNI EN 447 - Idem. Prescrizioni per malta comune.

Le malte comuni saranno composte da cemento Portland, acqua e additivi. Le caratteristiche dei materiali usati dovranno essere tali che il contenuto di cloruro della malta non superi lo 0,1% di Cl⁻ rispetto alla massa di cemento. Non è consentito aggiungere cloruri. Il cemento dovrà essere conforme al tipo CEM I; l'acqua a quanto specificato nella UNI EN 1008; gli additivi, che potranno essere utilizzati singolarmente o in combinazione, dovranno essere conformi a quanto specificato nella norma UNI EN 934-4. Elementi inerti (es. farina di sabbia) potranno impiegarsi solo per guaine di dimensioni superiori a 12 cm, nel rapporto in peso, inerti/cemento, inferiore al 25%. In ogni caso la miscela cemento-inerti additivi dovrà essere passante al setaccio con maglia di lato non superiore a 2 mm.

Le proprietà delle malte devono rispettare le prescrizioni di cui al punto 5 della norma UNI EN 447 con riguardo alla fluidità e all'essudamento nella condizione plastica, alla variazione di volume durante l'indurimento e alla resistenza meccanica post-indurimento; in particolare la variazione di volume, se valutata secondo EN 445, dovrà essere compresa tra -1/+5% (diminuzione 0 per impiego di agenti espansivi) mentre la resistenza alla compressione, valutata a 28 giorni, dovrà essere non inferiore a 30 MPa.

Le malte potranno essere fornite anche come prodotto industriale, in confezioni sigillate, ed essere costituite anche da altri materiali (resine, ecc.); dovranno comunque essere prive di polvere di alluminio, coke fluido ed altri agenti che possano provocare espansione liberando idrogeno, azoto, ossigeno ed altri gas. La validità dovrà essere dimostrata mediante idonea documentazione sperimentale e certificazione.

Art. 24 CALCESTRUZZI E CONGLOMERATI

24.0. GENERALITÀ

Le caratteristiche dei materiali da impiegare per la confezione dei calcestruzzi e dei conglomerati (cementizi o speciali) ed i rapporti di miscela dovranno corrispondere alle prescrizioni del presente Capitolato, alle voci dell'Elenco Prezzi per i vari tipi di impasto ed a quanto verrà, di volta in volta, ordinato dalla Direzione Lavori. Valgono peraltro, per quanto compatibili, le prescrizioni generali di cui al precedente punto 66.1.

24.1. CALCESTRUZZI DI MALTA

24.1.1. Calcestruzzo ordinario

⁽²²⁶⁾ Sarà consentito quindi l'impiego di malte premiscelate pronte all'uso purché ogni fornitura sia accompagnata da una dichiarazione del fornitore attestante la classe della malta, il tipo e la quantità dei leganti e degli eventuali additivi. Ove il tipo di malta non dovesse rientrare tra quelli previsti dalla norma, il fornitore dovrà certificare anche le caratteristiche di resistenza della malta stessa.

Sarà composto da 0,45 m³ di malta idraulica o bastarda e da 0,90 m³ di ghiaia o pietrisco. Il calcestruzzo sarà confezionato preparando separatamente i due componenti e procedendo successivamente al mescolamento previo lavaggio o bagnatura degli inerti.

24.1.2. Calcestruzzo ciclopico

Sarà costituito dal calcestruzzo di cui al precedente punto e da pietrame annegato, nelle rispettive proporzioni di 2/3 ed 1/3. Il pietrame dovrà sempre essere accuratamente ripulito e lavato ed avere resistenza a compressione non inferiore a 90 N/mm². Sarà impiegato in pezzatura assortita, di dimensioni mai superiori al 25% dello spessore della muratura ed in ogni caso non superiori a 25 cm per getti di fondazione ed a 15 cm per quelli in elevazione.

Il pietrame verrà annegato in opera nel calcestruzzo, battendo con mazzeranghe ed avendo cura che disti sempre non meno di 5 cm dalle superfici esterne della struttura.

24.2. CONGLOMERATI CEMENTIZI (CALCESTRUZZI) NORMALI E PESANTI ⁽²²⁹⁾

24.2.0. Generalità

I conglomerati da adoperarsi per opere di qualsiasi genere, sia in fondazione che in elevazione, dovranno essere confezionati secondo le prescrizioni di progetto e le disposizioni impartite dal Direttore dei lavori. In particolare i conglomerati destinati a opere strutturali dovranno essere confezionati secondo le norme tecniche emanate con D.M. 14 settembre 2005 il quale, al paragrafo 11.1, richiama anche la norma UNI EN 13670-1. In linea generale comunque, per i conglomerati cementizi, dovrà essere rispettata la seguente normativa di base:

UNI EN 206-1 - Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità.

UNI 11104 - Idem. Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1.

L'impiego dei conglomerati, a norma del punto 11.1.2 delle citate norme tecniche, sarà in ogni caso preceduto da uno studio preliminare, con relative prove di qualificazione, sia sui materiali da impiegare che sulla composizione degli impasti, e ciò allo scopo di determinare, con sufficiente anticipo e mediante certificazione di laboratorio, la migliore formulazione atta a garantire i requisiti richiesti dal contratto. Questo anche con riferimento alla durabilità per la quale si richiamano le norme UNI 8981-1 ÷ 7 e in particolare:

UNI 8981-7 - Durabilità delle opere e manufatti di calcestruzzo. Istruzioni per la progettazione, la confezione e messa in opera del calcestruzzo.

24.2.1. Leganti

Per i conglomerati oggetto delle presenti norme dovranno impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici definiti come cementi dalle disposizioni vigenti in materia. Si richiamano peraltro, specificatamente, le disposizioni di cui al punto 11.1.9.1 delle "Norme Tecniche" nonché quelle riportate al punto 43.3. del presente Capitolato.

24.2.2. Inerti – Granulometria e miscela

Oltre a quanto stabilito al punto 11.1.9.2 delle superiori norme tecniche, gli inerti dovranno corrispondere ai requisiti riportati al punto 42.3. del presente Capitolato. Le caratteristiche e la granulometria dovranno essere preventivamente studiate, in rapporto alla dimensione massima prescritta per gli inerti, e sottoposte all'approvazione della Direzione dei lavori.

FIG. 15 - Fuso granulometrico per dimensione massima degli inerti di 15 mm (D 15)

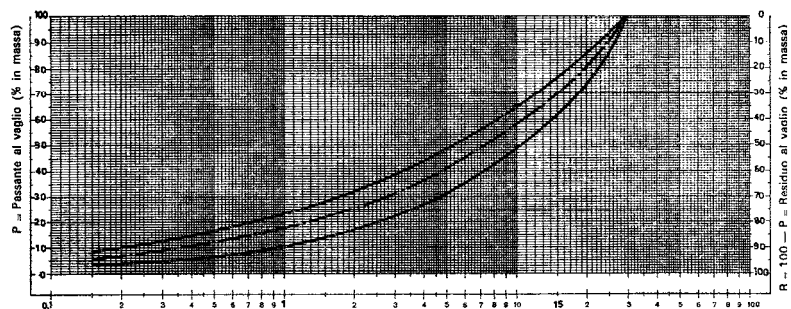
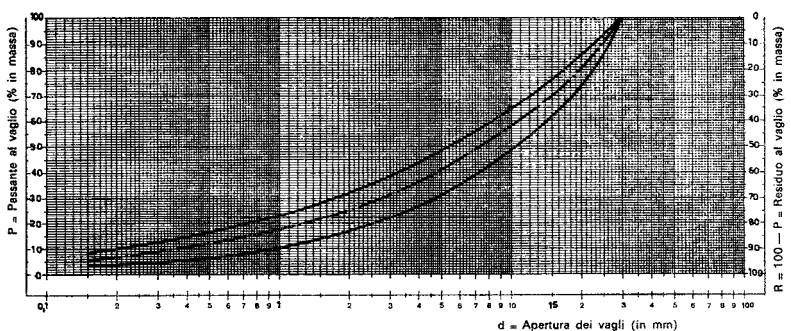


FIG. 16 - Fuso granulometrico per dimensione massima degli inerti di 30 mm (D 30)



⁽²²⁹⁾ Si definisce calcestruzzo *normale* il prodotto avente massa volumica, dopo essiccamento in stufa, compreso tra 2000 e 2600 kg/m³. Si definisce *pesante* quello avente massa volumica superiore a 2600 kg/m³.

Le miscele degli inerti, fini e grossi, in percentuale adeguata, dovranno dar luogo ad una composizione granulometrica costante, che permetta di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, pompabilità) che in quello indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, fluage, ecc.). La curva granulometrica dovrà essere tale da ottenere la massima compattezza del calcestruzzo compatibilmente con gli altri requisiti richiesti (Fuller, Bolomey, ecc.).

La dimensione massima dei grani dell'inerte dovrà essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto tenendo conto della lavorabilità, dell'armatura metallica e relativo copriferro, della carpenteria, delle modalità di getto e dei mezzi d'opera. In particolare:

- non dovrà superare 1/4 della dimensione minima delle strutture;
- nei conglomerati armati dovrà essere minore della distanza tra le barre d'armatura meno 5 mm (a meno che non si adotti il raggruppamento delle armature);
- non dovrà superare 1,3 volte lo spessore del copri ferro (v. UNI 8981/5).

L'idoneità dell'inerte sarà verificata su prelievi rappresentativi della fornitura. Con riferimento alla normativa UNI 8520, saranno accertati: il tenore di impurità organiche (UNI 8520/14); il materiale passante allo staccio 0,075 UNI 2332, che dovrà essere non superiore allo 0,3% in massa per l'aggregato fine (5% per materiale di frantoio) e allo 0,5% per l'aggregato grosso (1% per materiale di frantoio) ⁽²³⁰⁾; il coefficiente di forma ⁽²³¹⁾, che non dovrà essere inferiore a 0,15.

Con lo stesso riferimento normativo, gli inerti dovranno essere di categoria A UNI 8520-2 per conglomerati con resistenza caratteristica non inferiore a 30 MPa (30 N/mm²); potranno essere di categoria B UNI 8520-2 per conglomerati con resistenza fino a 30 MPa e di categoria C UNI 8520-2 per conglomerati con resistenza non superiore a 15 MPa. L'aggregato in frazione unica potrà essere utilizzato solo nel calcestruzzo di classe di resistenza \leq C 12/15.

Qualora gli inerti fossero suscettibili di attacco da parte degli alcali (Na₂O e K₂O), essi verranno sostituiti. In alternativa saranno seguite le prescrizioni di cui alla UNI 8520/22.

24.2.3. Acqua

L'acqua da adoperarsi per gli impasti dovrà avere le caratteristiche riportate al punto 42.1. del presente Capitolato. Si richiama anche, per quanto compatibile, la norma UNI 8981-7.

24.2.4. Cloruri

Il contenuto di ioni cloro (Cl) nel calcestruzzo non dovrà superare il valore dell'1% in massa del cemento per calcestruzzo normale, dello 0,4% per calcestruzzo armato e dello 0,2% per calcestruzzo armato precompresso (classi rispettive: Cl 1,0; Cl 0,4; Cl 0,2) ⁽²³²⁾.

24.2.5. Additivi

Gli additivi eventualmente impiegati devono essere conformi alle norme e prescrizioni riportate al punto 59.6. del presente Capitolato. La quantità degli stessi non dovrà superare la misura di 50 g/kg di cemento né dovrà essere minore di 2 g/kg di cemento nella miscela (salvo preventiva dispersione nell'acqua di impasto). La quantità di additivo liquido che superi la misura di 3 l/m³ di calcestruzzo dovrà essere considerata nel calcolo del rapporto acqua/cemento (a/c). Dovranno in ogni caso tenersi in considerazione le istruzioni di impiego fornite dal produttore ⁽²³³⁾.

Nel cemento armato normale o precompresso, e comunque nei conglomerati inglobanti inserti metallici, è fatto divieto di impiegare cloruro di calcio o additivi a base di cloruri.

⁽²³⁰⁾ In relazione alla granulometria, secondo UNI 8520-1 gli aggregati sono classificati come segue:

- *Aggregati grossi*, con passante allo staccio 4 UNI 2332 minore del 5%;
- *Aggregati fini*, con passante allo staccio 4 UNI 2332 maggiore del 95%;
- *Filler*: con passante allo staccio 0,075 UNI 2332 maggiore del 90%.

Secondo UNI EN 12620 per *aggregato grosso* si intende un aggregato la cui dimensione superiore "D" è maggiore o uguale a 4 mm e la cui dimensione inferiore "d" è maggiore o uguale a 2 mm; per *aggregato fine*, quello la cui dimensione superiore "D" è minore o uguale a 4 mm; per *filler*, quello che passa per la maggior parte allo staccio di 0,063 mm. Si richiamano peraltro, per i requisiti granulometrici, i prospetti e le notazioni di cui al punto 4.3 della norma europea, ed i requisiti di cui alla Tab. 11.1.IV delle Norme Tecniche.

⁽²³¹⁾ Il coefficiente di forma "C" è dato dal rapporto $6V/3,14 N^3$ dove "V" è il volume del grano ed "N" è la dimensione maggiore.

⁽²³²⁾ V. comunque il prospetto 10 della UNI EN 206-1.

⁽²³³⁾ I calcestruzzi con classe di consistenza \geq S4, V4, C3 o \geq F4 saranno di norma confezionati con additivi superfluidificanti.

24.2.6. Aggiunte

Allo scopo di ottenere particolari proprietà del calcestruzzo, potranno venir prese in considerazione od ordinate aggiunte di materiale inorganico che potrà essere di tipo inerte (tipo I) o di tipo pozzolanico o ad attività idraulica latente (tipo II). Tra le aggiunte di tipo I saranno considerati idonei i filler conformi alla UNI EN 12620 ed i pigmenti conformi alla UNI EN 12878; tra quelle di tipo II, le ceneri volanti conformi alla UNI EN 450 ed i fumi di silice conformi alla UNI EN 13263. Per l'utilizzo delle aggiunte si richiamano comunque i punti 5.2.5 della UNI EN 206-1 e 4.2 della UNI 11104.

24.2.7. Composizione del conglomerato

La composizione del conglomerato cementizio, in funzione delle proprietà richieste al prodotto sia in fase di getto che a indurimento avvenuto, sarà determinata attraverso opportuno "mix-design" che potrà essere di tipo semplice⁽²³⁴⁾ o complesso⁽²³⁵⁾ a seconda della quantità dei requisiti da conferire alla miscela.

24.2.8. Impasto del conglomerato

L'impasto del conglomerato dovrà essere effettuato con impianti di betonaggio forniti di dispositivi di dosaggio e contatori tali da garantire un accurato controllo della quantità dei componenti. Questi (cemento, inerti, acqua, additivi ed eventuali aggiunte) dovranno essere misurati a peso; per l'acqua, gli additivi e le aggiunte sarà ammessa anche la misurazione a volume. I dispositivi di misura dovranno essere collaudati periodicamente, secondo le richieste della Direzione che, se necessario, potrà servirsi dell'Ufficio abilitato alla relativa certificazione⁽²³⁶⁾.

Il quantitativo di acqua di impasto dovrà essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti. Tale quantitativo determinerà la consistenza del conglomerato (v. Tab. 80) che al momento del getto dovrà essere di norma di classe S3 o F3 (classe di spandimento). In ogni caso il rapporto acqua-cemento (a/c) non dovrà superare il valore di 0,75 per i conglomerati di classe di resistenza più bassa (C 8/10) ed il valore di $0,35 \div 0,40$ per quelli di classe più alta (da oltre C 50/60), fermo restando che in questi ultimi casi dovrà comunque essere garantita la lavorabilità anche con l'impiego di opportuni additivi.

24.2.9. Conglomerati a prestazione garantita

Saranno caratterizzati da *requisiti di base* e da eventuali *requisiti aggiuntivi*, con notazioni di cui al punto 6.2.3 della UNI EN 206-1. Per i requisiti di base l'Appaltatore dovrà garantire: la conformità alla norma citata; la classe di resistenza a compressione, la classe di esposizione; la dimensione massima nominale dell'aggregato; la classe di contenuto in cloruri. Inoltre per il calcestruzzo leggero e per quello pesante, rispettivamente: la classe di massima volumica⁽²³⁷⁾ ed il valore di riferimento.

TAB. 65 - Classi di resistenza a compressione per calcestruzzo normale e pesante (UNI EN 206-1 – UNI 11104) (238)

CLASSE DI RESISTENZA CARATTERISTICA A COMPRESSIONE													
molto bassa		bassa			media				molto bassa				
C 8/10	C 12/15	C 16/20	C 20/25	C 25/30	C 28/35	C 32/40	C 35/45	C 40/50	C 45/55	C 50/60	C 55/67	C 60/75	C 70/85
NOTA: Nella superiore classificazione il primo numero indica la resistenza caratteristica cilindrica minima f_{ck} , cyl (MPa) e il secondo la resistenza caratteristica cubica minima f_{ck} , $cube$ (MPa)													

Per i requisiti aggiuntivi potranno essere richiesti (e l'Appaltatore dovrà garantirli): tipi o classi speciali di cemento; tipi o classi speciali di aggregato; caratteristiche di resistenza al gelo-disgelo (es. il contenuto d'aria);

⁽²³⁴⁾ Il "mix-design" è semplice quando è necessario convertire in termini di composizione del calcestruzzo i seguenti requisiti: la resistenza caratteristica, la lavorabilità, il tipo di cemento e il diametro massimo dell'inerte.

⁽²³⁵⁾ Il "mix-design" è complesso quando oltre ai quattro requisiti di cui alla superiore nota esistono altri requisiti quali: la durabilità, il ritiro, ecc.

⁽²³⁶⁾ Per la precisione dell'apparecchiatura di misura v. il Prospetto X della UNI 9858. Il dosaggio dei componenti (cemento, acqua, aggregati) dovrà essere garantito con una precisione del $\pm 3\%$; quello degli additivi con una precisione del $\pm 5\%$.

⁽²³⁷⁾ Per il calcestruzzo normale, la massa volumica a secco deve essere maggiore di 2000 kg/m^3 e non deve superare 2600 kg/m^3 . Per il calcestruzzo leggero detta massa deve rientrare nei valori limiti riportati nel prospetto 9 della norma. Per il calcestruzzo pesante, la massa volumica a secco deve essere maggiore di 2600 kg/m^3 . Se la massa volumica è specificata come valore di riferimento, la tolleranza applicata è di $\pm 100 \text{ kg/m}^3$.

⁽²³⁸⁾ Nella superiore classificazione non risultano riportate la classe C 30/37 (media) e le classi C 80/95, C 90/105, C 100/115 (alta resistenza) queste ultime non prese in considerazione dal D.M. 14 settembre 2005 ma contemplate dalla UNI EN 206-1.

temperatura dell'impasto fresco alla consegna ⁽²³⁹⁾; modo di sviluppo della consistenza (v. prosp. 12 della UNI EN 206-1); sviluppo del calore in idratazione; presa ritardata; resistenza alla penetrazione dell'acqua, all'abrasione e alla trazione indiretta ed altri requisiti.

24.2.10. Conglomerati a composizione

Anche tali conglomerati saranno caratterizzati da *requisiti di base* e da eventuali *requisiti aggiuntivi*. Per i requisiti di base l'Appaltatore dovrà garantire: la conformità alla UNI EN 206-1; il dosaggio di cemento; il tipo e la classe di resistenza del cemento; il rapporto acqua/cemento o la consistenza espressa come classe; il tipo, le categorie ed il contenuto massimo di cloruri nell'aggregato (nel caso del calcestruzzo leggero oppure pesante, anche la massa volumica massima o rispettivamente minima dell'aggregato); la dimensione massima nominale dell'aggregato; il tipo e la quantità di additivo o di aggiunte, se impiegati, e la relativa provenienza. Per i requisiti aggiuntivi si rimanda al punto precedente.

24.2.11. Conglomerato a composizione normalizzata

Da utilizzarsi unicamente per conglomerati con classi di resistenza a compressione di progetto \leq C 16/20, dovrà rispondere alla specifica di cui al punto 6.4 della UNI EN 206-1.

24.2.12. Requisiti di durabilità

Qualora per particolari condizioni climatiche ed ambientali o per condizioni di esercizio particolarmente gravose in rapporto ai tipi di esposizione classificati in Tab. 66 si rendesse necessario garantire anche la *durabilità* del conglomerato, questo dovrà soddisfare, oltre ai requisiti riportati in Tab. 69, anche i seguenti ⁽²⁴⁰⁾:

- La resistenza ai cicli di gelo/disgelo, determinata secondo UNI 7087, dovrà essere tale che dopo 300 cicli le caratteristiche del conglomerato soddisfino i seguenti requisiti: variazione del modulo di elasticità dinamico, in riduzione, minore del 20%; espansione lineare minore dello 0,2%; perdita di massa minore del 2%.
- Il coefficiente di permeabilità "k" non dovrà essere superiore a 10^{-9} cm/s prima delle prove di gelività ed a 10^{-8} cm/s dopo dette prove.
- Il fattore di durabilità, come definito dalla UNI 7087, dovrà essere elevato.

⁽²³⁹⁾ La temperatura del calcestruzzo fresco alla consegna dovrà essere di norma non inferiore a 5 °C; temperature diverse potranno essere specificate dalla Direzione dei lavori.

⁽²⁴⁰⁾ Attesa l'onerosità di determinati controlli, anche in termini di tempo, nella pratica ordinaria e salvo opere di particolare importanza, il controllo della durabilità potrà essere più semplicemente basato sulla misura della resistenza a compressione. Il criterio trae la sua *ratio* dalla correlazione tra impermeabilità – rapporto a/c – e resistenza meccanica (v. in particolare la Tab. 69).

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
$R_1 \geq R_{ck} - 3,5$	
$R_m \geq R_{ck} + 3,5$	$R_m \geq R_{ck} + 1,48s$
(N° prelievi 3)	(N° prelievi \geq 5)

TAB. 66 - Classi di esposizione riferite alle condizioni dell'ambiente. Esempi informativi

CLASSE	AMBIENTE	ESEMPI INFORMATIVI
Assenza di rischio di corrosione o attacco		
X0	Ambiente molto asciutto	Calcestruz. non armato: tutte le esposizioni tranne gelo o attacco chimico. Interno di edifici asciutti
Corrosione indotta da carbonatazione		
XC1	Asciutto o sempre bagnato	Interno di edifici con umidità molto bassa. Calcestruzzo armato con superfici all'interno o immerse. Strutture di contenim. liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato immerso in acqua o terreno normale. Calcestruzzo armato in esterni, con superfici esterne riparate da pioggia o in interni. Calcestruzzo armato in esterni con superfici soggette ad alternanze di asciutto e umido. Calc. a vista.
XC2	Bagnato. Di rado asciutto	
XC3	Umidità moderata	
XC4	Ciclicam. asciutto o bagnato.	
Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare		
XD1	Umidità moderata	Calcestruzzo armato in ponti e viadotti esposti a spruzzi di acqua contenenti cloruri. Calcestruzzo armato per strutture immerse in acqua contenente cloruri (piscine). Elementi strutturali soggetti ad agenti disgelanti anche da spruzzi. Parti di ponti. Parcheggi auto.
XD2	Bagnato, di rado asciutto	
XD3	Ciclicamente asciutto o bagnato	
Corrosione indotta da acqua di mare		
XS1	Esposto a salsedine di mare	Calcestruzzo armato in strutture sulle coste o in prossimità. Strutture marine completamente immerse in acqua. Elementi strutturali esposti alla battigia, agli spruzzi di acqua marina ed alle onde.
XS2	Permanentemente sommerso	
XS3	Esposto a spruzzi o a marea	
Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti		
XF1	Moderata saturazione d'acqua	In assenza di agente disgelante: superfici di calc., verticali e non, esposte a pioggia, acqua e gelo. Elementi come parti di ponte esposti agli agenti disgelanti. In assenza di agente disgelante: superfici orizzontali di edifici bagnabili e soggette a gelo. Pavimentazioni di strade esposte a bagnato, al gelo e all'azione degli agenti disgelanti.
XF2	idem con agente disgelante	
XF3	Elevata saturaz. d'acqua	
XF4	Idem con agente disgelante	
Attacco chimico		
XA1, XA2, XA3	Industriale	Strutture in posti debolmente, moderatamente o fortemente aggressivi: acque reflue, terreni, fumi, ecc.

In ambienti particolarmente aggressivi, in presenza di salsedine marina, atmosfere industriali, ecc. sarà altresì posta particolare cura perché oltre alle indicazioni espresse nella Tab. 69 vengano osservate anche le seguenti prescrizioni⁽²⁴¹⁾:

- L'acqua degli impasti dovrà essere assolutamente limpida, dolce ed esente da solfati e cloruri anche in piccola percentuale.
- Gli inerti dovranno essere opportunamente lavati con acqua dolce ed avere granulometria continua.
- In ambiente umido o marino soggetto a gelo il volume minimo di aria inglobata sarà del 3÷4% per aggregati con diametro massimo di 32 mm, del 4÷5% per aggregati con D_{max} di 16 mm e del 5÷6% per aggregati con D_{max} di 8 mm.
- In ambiente marino o chimicamente aggressivo, soggetto a gelo, dovrà impiegarsi cemento resistente ai solfati (riferimenti e prove UNI 9156 e 10595) qualora il contenuto degli ioni solfato sia maggiore di 500 mg/l (per impiego con acqua nel terreno) e di 3000 mg/kg (per impiego nel terreno secco). Per i metodi di prova si farà riferimento alla ISO 4316 per il pH, alla ISO 7150-1 per gli ioni ammonio, alla ISO 7980 per gli ioni magnesio e alla EN 196-2 per gli ioni solfato.

⁽²⁴¹⁾ V. anche l'Appendice J (Metodi di progetto delle miscele di calcestruzzo basate sulle prestazioni per il rispetto della durabilità) della norma UNI EN 206-1 ed il punto 70 del presente Capitolato. Per la durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati v. anche le norme della serie UNI 8981 (1÷8).

TAB. 67 - Agenti aggressivi. Gradi di attacco (v. Prosp. 2 UNI EN 206-1)

AGENTE	GRADI DI ATTACCO		
	debole	moderato	forte
Acqua nel terreno			
pH	6,5 - 5,5	5,5 - 4,5	4,5 - 4,0
CO ₂ aggressiva (mg CO ₂ /l)	15-40	40-100	> 100
ioni ammonio (mg NH ₄ /l)	15-30	30-60	60-100
ioni magnesio (mg MG ²⁺ /l)	300-1000	1000-3000	> 3000
ioni solfato (mg SO ₄ ²⁻ /l)	200-600	600-3000	3000-6000
Terreno secco	XA1	XA2	XA3
ioni solfato (mg SO ₄ ²⁻ /kg di terreno seccato all'aria)	2000-3000	3000-12000	> 12000

TAB. 68 - Tipi di attacco e gradi di rischio

Umidità relativa U _a del calcestruzzo	Reazione di carbonatazione	Corrosione dell'acciaio nel calcestruzzo		Cicli di gelo e disgelo	Attacco chimico
		●	■		
molto bassa < 45%	1	0	0	0	0
bassa 45%-65%	3	1	1	0	0
media 65%-85%	2	3	3	0	0
alta 85%-98%	1	2	3	2	1
satura	0	1	1	3	3

0 = rischio trascurabile 1 = rischio modesto;
 2 = rischio medio 3 = rischio alto

● = calcestruzzo carbonatato ■ = calcestruzzo con cloruri

TAB. 69 - Durabilità. Valori limiti per la composizione e le proprietà del calcestruzzo in rapporto alle classi di esposizione

ATTACCHI REQUISITI	Classi di esposizione																	
	Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Corrosione delle armature indotta dalla carbonatazione				Corrosione delle armature indotta da cloruri						Attacco da cicli di gelo/disgelo				Ambiente aggressivo per attacco chimico		
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	Acqua di mare			Cloruri provenienti da altre fonti			XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2
	XS1						XS2	XS3	XD1	XD2	XD3							
Massimo rapporto a/c		0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45			
Minima classe di resistenza	C12/15	C25/30	C28/35	C35/40	C35/40	C35/45	C28/35	C32/40	C35/45	32/40	25/30	28/35	28/35	32/40	35/45			
Minimo contenuto in cemento (kg/m ³)		300	320	340	340	360	320	340	360	320	340	360	320	340	360			
Contenuto minimo in aria (%)											3,0							
Altri requisiti													Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo	È richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati				

24.2.13. Prelievo dei campioni – Controlli di accettazione

Per le opere soggette alla disciplina del D.M. 14 settembre 2005, il Direttore dei lavori farà prelevare nel luogo di impiego, dagli impasti destinati alla esecuzione delle varie strutture, la quantità di conglomerato necessario per la confezione di n. 2 provini (*prelievo*) conformemente alla prescrizione di cui al punto 11.1.4 dello stesso decreto e con le modalità indicate dalla UNI EN 12390-1. Le domande di prova, da indirizzarsi ad un laboratorio ufficiale ex art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, saranno sottoscritte dallo stesso Direttore.

Per costruzioni ed opere con getti non superiori a 1500 m³, ogni controllo di accettazione (tipo A) sarà rappresentato da n. 3 prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m³ di miscela omogenea ⁽²⁴²⁾. Per ogni giorno di getto sarà effettuato almeno un prelievo (con deroga per le costruzioni con meno di 100 m³, fermo restando l'obbligo di almeno tre prelievi).

Per costruzioni ed opere con getti superiori a 1500 m³ di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B), eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m³ di conglomerato. Per ogni giorno di getto di miscela omogenea sarà effettuato almeno un prelievo e complessivamente almeno n. 15 prelievi sui 1500 m³.

⁽²⁴²⁾ Risulta quindi un controllo di accettazione (costituito da n. 6 provini) ogni 300 m³ al massimo di getto. In ogni caso, sia per il controllo di tipo A che per quelli di Tipo B, il controllo di accettazione è positivo ed il quantitativo di calcestruzzo accettato se risultano verificate le disuguaglianze di cui alla presente tabella, dove: R_m è la resistenza media dei prelievi, R₁ è il valore più basso della resistenza dei prelievi (N/mm²) ed s è lo scarto quadratico medio.

L'ordine dei prelievi sarà quello risultante dalla data di confezione dei provini, corrispondenti alla rigorosa successione dei relativi getti. Per ogni prelievo sarà redatto apposito verbale, riportante le seguenti indicazioni: località e denominazione del cantiere, numero e sigla del prelievo, composizione del calcestruzzo; data e ora del prelevamento, provenienza del prelevamento, posizione in opera del calcestruzzo.

24.2.14. Preparazione e stagionatura dei provini

Per la preparazione e stagionatura dei provini, per le prove di resistenza, vale quanto indicato dalla norma UNI EN 12390-2.

24.2.15. Prove e controlli vari

Il conglomerato fresco sarà frequentemente controllato come consistenza, resa volumetrica, contenuto d'aria e, se richiesto, come composizione e rapporto acqua/cemento.

La *prova di consistenza* si identificherà normalmente nella misura dell'abbassamento al cono di Abrams. Tale prova, da eseguirsi su conglomerati con inerti di categoria D 32,5 secondo UNI EN 12350-2, sarà considerata significativa per abbassamenti compresi tra 2 e 20 cm; per conglomerati ad elevata lavorabilità (es. con additivi superfluidificanti) sarà preferibile la determinazione mediante la misura dello spandimento alla tavola a scosse, secondo UNI EN 12350-5. È ammesso anche l'impiego dell'apparecchio Vébé secondo UNI EN 12350-3.

La *prova di omogeneità* ⁽²⁴³⁾ sarà prescritta in modo particolare quando il trasporto del conglomerato venga effettuato tramite autobetoniera. Le prove del *dosaggio del cemento e dell'acqua* e di *resa volumetrica dell'impasto* verranno eseguite con le modalità di cui alle UNI 6393 ed UNI EN 12350-6. La prova del *contenuto d'aria* sarà richiesta ove venga impiegato un additivo aerante; nel caso sarà eseguita con le modalità di cui alla UNI EN 12350-7. La prova di *resistenza a compressione*, infine, sarà effettuata con le modalità di cui alla UNI EN 12390-3.

24.2.16. Trasporto del conglomerato

Se confezionato fuori opera il trasporto del conglomerato a piè d'opera dovrà essere effettuato con mezzi idonei atti ad evitare la separazione dei singoli elementi costituenti l'impasto. Il tempo intercorso tra l'inizio delle operazioni d'impasto ed il termine dello scarico in opera non dovrà comunque causare un aumento di consistenza superiore di 5 cm alla prova del cono.

Sarà assolutamente vietato aggiungere acqua agli impasti dopo lo scarico della betoniera; eventuali correzioni, se ammesse, della lavorabilità dovranno quindi essere effettuate prima dello scarico e con l'ulteriore mescolamento in betoniera non inferiore a 30 giri ⁽²⁴⁴⁾.

TAB. 70 - Consistenza del conglomerato rapportata agli abbassamenti del cono di Abrams

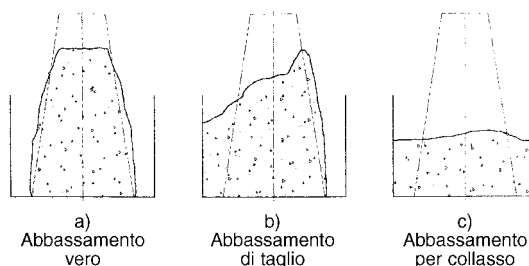
Classe di consistenza del conglomerato	Abbassamento del cono (SLUMP)	Denominazione corrente
S 1	10 ÷ 40 mm	Umida
S 2	50 ÷ 90 "	Plastica
S 3	100 ÷ 150 "	Semifluida
S 4	160 ÷ 200 "	Fluida
S 5	≥ 210 "	Superfluida

TABB. 71 e 72 - Classi di consistenza: Indici di compattabilità e spandimento (UNI EN 12350-4-5)

Classe	Indice di compattabilità
C0	≥ 1,46
C1	da 1,45 a 1,26
C2	da 1,25 a 1,11
C3	da 1,10 a 1,04

Classe	Indice di compattabilità
F1	≤ 340 (mm)
F2	da 350 a 410 "
F3	da 420 a 480 "
F4	da 490 a 550 "
F5	da 560 a 620 "
F6	≥ 630 "

FIG. 17 - Forme di abbassamento del cono (UNI EN 12350-2)



⁽²⁴³⁾ La prova di omogeneità verrà eseguita vagliando due campioni di conglomerato, presi ad 1/5 ed a 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso un vaglio a maglia quadra da 4,76 mm. La percentuale di materiale grosso, in peso, nei due campioni non dovrà differire più del 10%; lo slump dei due campioni, prima della vagliatura, non dovrà differire più di 3 cm.

⁽²⁴⁴⁾ Sull'argomento v. il punto 7.5 della UNI EN 206-1. Non è ammesso aggiungere nell'autobetoniera in cantiere una quantità d'acqua o di additivo maggiore di quanto permesso dalla specifica. Ove ciò avvenga, sul documento di consegna del carico il calcestruzzo sarà registrato come *non conforme* e la Direzione dei lavori assumerà le decisioni e le responsabilità conseguenti.

24.3. CALCESTRUZZO PRECONFEZIONATO ⁽²⁴⁵⁾

Dovrà corrispondere alle prescrizioni di Elenco ed in ogni caso ai requisiti, prescrizioni e notazioni di cui alle norme UNI EN 206-1 ed UNI 11104 precedentemente riportate per alcuni contenuti caratterizzanti. Il sistema di gestione della qualità del prodotto dovrà essere certificato da un organismo terzo ⁽²⁴⁶⁾.

L'Appaltatore resta l'unico responsabile nei confronti della stazione appaltante per l'impiego del conglomerato cementizio preconfezionato nelle opere 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, ecc.) sia per il confezionamento e trasporto in opera dal luogo di produzione.

Resta comunque stabilito che i prelievi per le prove di accettazione dovranno essere eseguiti nei cantieri di utilizzazione, all'atto del getto.

24.4. CALCESTRUZZI SPECIALI

24.4.1. Calcestruzzi cementizi con inerti leggeri

Sia nei tipi normali (non strutturali) che strutturali, potranno essere realizzati con argilla espansa, pomice granulare, vermiculite espansa e scisti espansi in genere, secondo prescrizione, e dovranno rispondere per definizioni, classificazione, prestazioni e valutazione della conformità alla seguente normativa:

UNI 7548-1 - Calcestruzzo leggero con argilla espansa o scisti espansi. Definizione e classificazione.

UNI EN 296-1 - Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità.

UNI EN 13055-1 - Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione.

Per la classifica, ove si faccia riferimento alla massa volumica del calcestruzzo (da determinarsi secondo UNI 7548-2), saranno individuate 6 classi come dalla tabella che segue:

TAB. 73 - Calcestruzzo leggero. Classi di massa volumica

Classe di massa volumica	D1,0	D1,2	D1,4	D1,6	D1,8	D2,0
Intervallo di massa volumica	≥ 800 e ≤ 1000	> 1000 e ≤ 1200	> 1200 e ≤ 1400	> 1400 e ≤ 1600	> 1600 e ≤ 1800	> 1800 e ≤ 2000

Ove la classifica sia riferita alla resistenza a compressione, verrà definito il *calcestruzzo strutturale*, quale materiale avente massa volumica media compresa tra 1200 e 2000 kg/m³ e resistenza caratteristica a compressione non inferiore a 15 MPa (15 N/mm²). In ogni caso, sia per i calcestruzzi strutturali che per quelli normali, le classi di resistenza caratteristica saranno individuate come da tabella che segue:

TAB. 74 - Calcestruzzo leggero. Classi di resistenza a compressione

Classe di resistenza a compressione	LC 8/9	LC 12/13	LC 16/18	LC 20/22	LC 25/28	LC 30/33	LC 35/38
	LC 40/44	LC 45/50	LC 50/55	LC 55/60	LC 60/66	LC 70/77	LC 80/88
NOTA: Nella superiore classificazione il primo numero indica la resistenza caratteristica cilindrica minima <i>f_{ck}</i> , <i>cyl</i> (MPa) e il secondo la resistenza caratteristica cubica minima <i>f_{ck}</i> , <i>cube</i> (MPa).							

I calcestruzzi saranno dosati con un quantitativo di cemento per metro cubo di inerte non inferiore a 150 kg; l'inerte sarà di unica granulometria (calcestruzzo unigranulare) laddove non risulterà opportuno effettuare la miscelazione di varie granulometrie al fine di evitare cali nei getti; sarà invece di granulometria mista laddove saranno

⁽²⁴⁵⁾ Nel caso di calcestruzzo preconfezionato, il produttore dovrà fornire un documento di consegna in cui siano riportate almeno le seguenti informazioni (parte delle quali potranno essere riportate in apposito catalogo tipologico da depositarsi in cantiere): • nome dell'impianto di preconfezionamento • numero del documento • giorno e ora del carico ovvero ora del primo contatto tra acqua e cemento • identificativo del veicolo di trasporto • nome e ubicazione del cantiere • riferimento all'ordine • quantità di calcestruzzo in metri cubi • dichiarazione di conformità alla UNI EN 206-1 • nome o marchio dell'ente di certificazione (se previsto) • ora di arrivo del calcestruzzo in cantiere • ore di inizio scarico e di fine scarico ed eventuali interventi allo scarico.

Ancora, per il *calcestruzzo a prestazione garantita*:

- classe di resistenza • classi di esposizione ambientale • classe di contenuto in cloruri • classe di consistenza o valore di riferimento • dimensione massima nominale dell'aggregato. Inoltre, se oggetto di specifica: valori limite di composizione del calcestruzzo • tipo e classe di resistenza del cemento • tipi di additivi e aggiunte • proprietà speciali. Ancora, nel caso di calcestruzzo leggero o pesante: • classe di massa volumica o massa volumica di riferimento.

E per il *calcestruzzo a composizione richiesta*:

- dettagli sulla composizione (es. contenuto di cemento e tipo di eventuale additivo) • secondo specifica, rapporto acqua/cemento oppure consistenza, espressa come classe o valore di riferimento • dimensione massima nominale dell'aggregato.

⁽²⁴⁶⁾ Si richiama il punto 11.1.8. delle "Norme Tecniche". I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato dovranno indicare gli estremi della certificazione di controllo di produzione in fabbrica. Il Direttore dei lavori acquisirà, prima dell'inizio della fornitura, copia della certificazione di controllo del processo produttivo e rifiuterà le eventuali forniture non conformi.

richieste determinate caratteristiche di massa, di resistenza cubica e di conducibilità termica. In ogni caso la massima dimensione dei granuli non dovrà essere superiore ad 1/3 dello spessore dello strato da realizzare.

Per la confezione dovrà adoperarsi una betoniera a rotolamento, miscelando l'inerte con il cemento ed aggiungendo quindi l'acqua in quantità sufficiente per ottenere un impasto dall'aspetto brillante ma non dilavato. All'impasto dovranno essere aggiunti degli additivi tensio-attivi aeranti, in opportune proporzioni in rapporto alla granulometria dell'inerte, e ciò al fine di facilitare la posa in opera del conglomerato specie se confezionato con l'assortimento granulometrico più alto.

Nel caso di calcestruzzo strutturale gli inerti, ove costituiti da argilla espansa, presenterranno struttura prevalentemente chiusa, con esclusione di frazioni granulometriche ottenute per frantumazione post-cottura; ove invece costituiti da scisti espansi, presenteranno struttura non sfaldabile con esclusione di elementi frantumabili. Il coefficiente di imbibizione dell'aggregato leggero inoltre, determinato dopo 30 minuti secondo UNI EN 1097/6, dovrà essere non maggiore del 10% per aggregati con massa volumica in mucchio superiore a 500 kg/m³ (UNI EN 13055-1) e del 15% per aggregati con massa volumica fino a 500 kg/m³.

La confezione del calcestruzzo dovrà essere effettuata con le modalità di cui al punto E.4.1 della Circolare LL.PP. n. 252/96 per quanto compatibile; il tempo di miscelazione dei componenti non dovrà essere inferiore ad 1 minuto. Al momento della posa il calcestruzzo dovrà avere una consistenza plastica, con indice di compattabilità (UNI 11013) compreso tra 1,25 e 1,11 (classe C2, Tab. 71). I getti dovranno essere eseguiti a strati di spessore limitato e compattati a mezzo di vibratori.

24.4.2. Calcestruzzo cellulare

Il calcestruzzo cellulare sarà ottenuto inglobando, in una massa di malta cementizia, una grande quantità di bollicine di aria, di piccolissime dimensioni, uniformemente distribuite nella stessa. L'effetto sarà realizzato aggiungendo alla malta, preparata in betoniera, uno speciale schiumogeno, prodotto al momento dell'impiego con speciali aeratori, oppure ricorrendo a speciali apparecchiature automatiche di preparazione e distribuzione.

Il rapporto tra i componenti (sabbia, cemento, acqua e schiumogeno) sarà prescritto in Elenco o stabilito dalla Direzione in funzione delle caratteristiche richieste. In linea di massima comunque verranno adottate densità di 1200 ÷ 1400 kg/m³ per manufatti di grandi dimensioni e per i quali si richiederà una grande resistenza strutturale unitamente ad un buon isolamento termo-acustico; densità di 700 ÷ 1000 kg/m³ per pannellature di piccole e medie dimensioni e infine densità di 300 ÷ 600 kg/m³, ottenute anche con l'impiego di solo cemento, con funzione termo-acustica, per massetti di terrazze, sottofondi di pavimenti e riempimento di intercapedini.

24.4.3. Calcestruzzo autocompattante

Definito in acronimo SCC⁽²⁴⁷⁾, dovrà rispondere a quanto prescritto dalla seguente norma:

UNI 11040 - Calcestruzzo autocompattante. Specifiche, caratteristiche e controlli.

Il calcestruzzo sarà formulato in base ai requisiti previsti dal progetto e alle esigenze di cantiere, tenendo in considerazione i tempi di trasporto e messa in opera, le modalità di quest'ultima, i tempi di scasseramento e le condizioni di stagionatura.

I requisiti di specifica riguarderanno la conformità alla norma UNI 11040, la consistenza (fluidità), la classe di resistenza, la classe di esposizione e la dimensione massima nominale dell'aggregato che, di norma, non dovrà superare il D_{max} di 25 mm⁽²⁴⁸⁾.

Il rapporto tra aggregato grosso e sabbia sarà mediamente di 1:1; il contenuto in finissimo di 500÷600 kg/m³ e il rapporto acqua/finissimo di 0,31÷0,36 in massa. La fluidità necessaria sarà ottenuta a mezzo di additivi superfluidificanti. Nel caso di calcestruzzi per cui è richiesta la resistenza al gelo (classi di esposizione XF2, XF3, XF4), il tenore in aria inglobata totale del calcestruzzo fresco, valutata secondo UNI EN 12350-7, non dovrà essere minore del 4,5% in volume.

TAB. 75 - Caratteristiche dei calcestruzzi autocompattanti e valori di accettazione

Caratteristica	Intervallo di accettazione	Metodo di prova
Fluidità	>600 mm	UNI 11041
Tempo di spandimento (per raggiungere il diametro di 500 mm)	≤ 12 s	UNI 11041
Deformabilità (tempo di efflusso dall'imbuto a V)	(4÷12) s	UNI 11042
Scorrimento confinato (attraverso l'anello a J)	$\Delta\phi \leq 50$ mm rispetto allo scorrimento senza anello	UNI 11045
Scorrimento confinato (scatola a L)	$h_2/h_1 > 0,80$	UNI 11043
Scorrimento confinato (scatola a U)	$\Delta h \leq 30$ mm	uni 11044
Stabilità alla sedimentazione (imbuto a V dopo 5 min)	Valore iniziale +3 s	UNI 11042

⁽²⁴⁷⁾ Gli SCC (Self Compacting Concrete) sono calcestruzzi UNI I che non richiedono l'intervento di mezzi esterni (vibratori) per effetto della sola forza gravitazionale.

⁽²⁴⁸⁾ Ulteriori requisiti potranno riguardare: la massa volumica allo stato fresco; la temperatura allo stato fresco; lo sviluppo delle resistenze; l'innalzamento termico; il tempo di utilizzo (con mantenimento delle caratteristiche di autocompattabilità); il tenore di aria inglobata.

Il calcestruzzo dovrà essere qualificato. La documentazione di qualifica dovrà riportare anche la sequenza di carico dei costituenti ed i tempi di miscelazione. Per le ulteriori caratteristiche si farà riferimento alla Tab. 75.

L'immissione del calcestruzzo nei casseri a mezzo di tubazione o tramoggia, non dovrà superare un'altezza di caduta di 5 m e una distanza massima di scorrimento di 10 m. Per il riempimento di colonne, onde evitare la segregazione e l'immissione di aria, sarà opportuno il riempimento a mezzo di pompa e tubazione sul fondo, curando in ogni caso un adeguato dimensionamento dei casseri. Sarà altresì opportuno impiegare un idoneo agente disarmante.

24.4.4. Calcestruzzo rinforzato con fibre di acciaio

Definito in acronimo SFRC (Steel Fibre Reinforced Concrete), potrà essere confezionato in cantiere o preconfezionato, ma dovrà comunque rispondere alle specifiche della presente norma:

UNI 11039-1 - Calcestruzzo rinforzato con fibre di acciaio. Definizioni, classificazione e designazione.

La classificazione potrà essere riferita alla resistenza meccanica o alla consistenza, come da UNI EN 206-1 o anche alla resistenza di prima fessurazione " f_{lf} " ⁽²⁴⁹⁾ e agli indici di duttilità " D_0 " e " D_1 " ⁽²⁵⁰⁾. La designazione dovrà comprendere: le classi di resistenza, di consistenza e di esposizione UNI EN 206-1, la classe di resistenza di prima fessurazione (v. Tab. 76) e la classe di duttilità negli intervalli di apertura di fessura (0÷0,6) mm e (0,6÷3) mm come indicato in Tab.

84.

Per gli impasti dell'SFRC il contenuto minimo di cemento dovrà essere non inferiore a 330 kg/m³ e comunque dovrà essere rapportato alla classe di esposizione. Le fibre di acciaio componenti dovranno soddisfare i requisiti della UNI 11037 ed avere un dosaggio non inferiore a 25 kg/m³.

TAB. 76 - Calcestruzzi rinforzati con fibre di acciaio. Classi di resistenza di prima fessurazione

Classe	F _{2,0}	F _{2,5}	F _{3,0}	F _{3,7}	F _{4,5}	F _{5,5}	F _{6,5}	F _{7,7}	F _{9,0}
Resistenza caratteristica minima f_{lcr} [MPa]	2	2,5	3	3,7	4,5	5,5	6,5	7,7	9,0

TAB. 77 - Calcestruzzi rinforzati con fibre di acciaio. Classi di duttilità

Indici di duttilità (valori caratteristici minimi)	Classi di duttilità						
	D_0	D_{s1}	D_{s2}	D_p	D_{+0}	D_{H1}	D_{H2}
D_b		≥ 0,5	≥ 0,7	≥ 0,9	≥ 1,1	≥ 1,3	≥ 1,55
D_1	≥ 0,3	≥ 0,5	≥ 0,7	≥ 0,9	≥ 1,1	≥ 1,3	≥ 1,55
	Andamento decrescente della resistenza			Comportamento plastico		Andamento crescente della resistenza	

24.5. CALCESTRUZZI AD ALTA RESISTENZA (HPC)

Definiti al paragrafo 5.1 delle "Nelle Tecniche per le Costruzioni" approvate con D.M. 14 settembre 2005 e più noti come HPC (High Performance Concrete), caratterizzati da una resistenza meccanica cubica R_{ck} compresa nell'intervallo di 60÷85 N/mm² ⁽²⁵¹⁾, avranno una composizione indicativa così articolata:

- Cementi delle classi 42,5 R e 52,5 R UNI EN 197-1 in quantità non inferiore a 360 kg/m³ ⁽²⁵²⁾.
- Rapporti acqua/cemento generalmente inferiori a 0,35 (fino anche a 0,25, secondo formulazione).
- Additivi superfluidificanti ed altri eventuali additivi (es. inibitori di corrosione, antigelo, ecc.).
- Aggiunte minerali, da sole o in combinazione ad alta attività pozzolanica e/o elevata area superficiale specifica (fumo di silice, cenere di pula di riso, loppa d'altoforno microfine, ecc.).
- Aggregati di frantumazione di alta qualità (basalto, granito, ecc.) ad alta resistenza meccanica, di granulometria continua con $D_{max} \leq 25$ mm.

Per calcestruzzi HPC, la resistenza caratteristica R_{ck} e tutte le grandezze meccaniche e fisiche che hanno influenza sulla resistenza e sulla durabilità del prodotto dovranno essere accertate con prove di ottimizzazione prima dell'inizio dei lavori e la produzione dovrà seguire specifiche procedure per il controllo e la certificazione della qualità.

⁽²⁴⁹⁾ È la resistenza convenzionale a flessione calcolata sulla base del valore di carico in corrispondenza del valore di CTOD m (secondo UNI 11039-2).

⁽²⁵⁰⁾ L'indice di duttilità è la duttilità dell'SFRC in un intervallo predeterminato di apertura media di fessura (CTOD net.) V. p. 3 UNI 10039-1.

⁽²⁵¹⁾ La norma UNI EN 206-1 prevede anche resistenze più alte di 85 N/mm² e fino a 115 N/mm². Tali resistenze non sono comunque specificamente considerate dal D.M. citato.

⁽²⁵²⁾ La quantità di cemento dovrà comunque risultare la minima, compatibilmente con il raggiungimento della resistenza richiesta, al fine di minimizzare il calore di idratazione ed il ritiro (e quindi la fessurazione, in special modo nei getti con estensione superficiale).

Si richiama l'Appendice H (Disposizioni supplementari per il calcestruzzo ad alta resistenza) della norma UNI EN 206-1.

24.6. CONGLOMERATO DEBOLMENTE ARMATO O NON ARMATO

Si definisce conglomerato cementizio debolmente armato quello per il quale la percentuale di armatura nelle sezioni rette resistenti è minore dello 0,1% dell'area della sezione e la quantità media di acciaio per metro cubo di conglomerato è < 0,3 kN.

Sia il conglomerato cementizio a bassa percentuale di armatura, sia quello non armato, potranno essere impiegati solo per strutture semplici. Rientrando in questa categoria anche i componenti strutturali in conglomerato cementizio e non per i quali R_{ck} è inferiore a 15 N/mm². Per il resto si rinvia al punto 5.1.11 delle "Norme Tecniche".

Art. 25 MURATURA DI GETTO IN CONGLOMERATO

25.1. MURATURA DI GETTO

Il conglomerato da impiegarsi per qualsiasi lavoro di fondazione o di elevazione sarà messo in opera appena confezionato e disposto a strati orizzontali, dell'altezza di 20 ÷ 30 cm su tutta l'estensione della parte di opera che si esegue ad un tempo, ben battuto e costipato e, se prescritto, anche vibrato, per modo che non restino vuoti tanto nella massa, quanto nello spazio di contenimento.

Quando il conglomerato dovesse essere collocato in opera entro cavi molto incassati o a pozzo, dovrà venire versato nello scavo mediante secchi a ribaltamento o altra idonea attrezzatura. Per impieghi sott'acqua, si dovranno usare tramogge, casse apribili o altri mezzi, accettati dalla Direzione Lavori, onde evitare il dilavamento del conglomerato nel passaggio attraverso l'acqua.

Il calcestruzzo sarà posto in opera ed assestato con ogni cura in modo che le superfici dei getti, dopo la sformatura, risultino perfettamente piane, senza gibbosità, incavi, sbavature o irregolarità di sorta, tali comunque da non richiedere intonaci, spianamenti, abbozzi o rinzaffi. Le casseformi saranno pertanto preferibilmente metalliche o, se di legno, di ottima fattura.

Le riprese del getto saranno effettuate previo lavaggio della superficie del getto precedente con impiego di malta liquida dosata a 600 kg di cemento. Durante la stagionatura si avrà cura di evitare rapidi prosciugamenti nonché di proteggere i getti da sollecitazioni e sbalzi di temperatura.

L'Appaltatore avrà l'obbligo e l'onere di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi o sarà successivamente prescritto in tempo utile dalla Direzione Lavori circa fori, tracce, cavità, incassature, ecc. nelle solette, nervature, pilastri, murature, ecc. per sedi di tubazioni, cavi, per attacchi di parapetti, mensole, segnalazioni, barriere, nonché per fornelli da mina, ancoraggi diversi, impianti e quant'altro necessario. In difetto, lo stesso dovrà affrontare a proprie spese tutti i tagli, le demolizioni, ecc. ordinati, ed i relativi ripristini, restando in ogni caso responsabile degli eventuali danni che da tale negligenza potessero derivare.

25.2. CONGLOMERATO A VISTA

25.2.0. Generalità

Le finiture in conglomerato a vista possono essere raggruppate in due grandi categorie:

- a) - *Dirette*, ottenute togliendo semplicemente la cassaforma dalla superficie del calcestruzzo.
- b) - *Indirette*, ottenute come prima, ma con successive ulteriori lavorazioni.

In entrambi i casi le finiture potranno essere piane, profilate o a rilievo. Con riguardo al grado di qualità, le finiture di calcestruzzo saranno poi suddivise nelle seguenti classi:

- A) - *Alta qualità*, ove le superfici presenteranno assoluta uniformità di colore e di grana, senza ulteriore necessità di rappezzi ed aggiustamenti.
- B) - *Media qualità*, ove le superfici richiederanno la stessa uniformità di aspetto ma permetteranno aggiustamenti successivi.
- C) - *Bassa qualità*, ove non sarà richiesta uniformità di aspetto e saranno possibili aggiustamenti successivi.

Salvo diversa disposizione, le superfici a vista dovranno essere almeno di "media qualità" e presentarsi compatte, prive di nidi di ghiaia o di sabbia, pori, fessure, screpolature, irruvidimenti, stacchi di pellicola cementizia nonché esenti da danni dovuti a gelo, surriscaldamento, perdite di acqua, alghe, funghi, macchie da olio o da ruggine e corrosioni.

25.2.1. Contenuto in cemento

I contenuti massimi e minimi in cemento, per impasti che diano luogo a conglomerato di ottimo aspetto, dovranno essere compresi nei limiti stabiliti dalla seguente tabella:

25.2.2. Rapporto acqua-cemento

Dovrà essere non superiore a 0,55 per normali condizioni ambientali e dovrà scendere fino a 0,45 per ambienti particolarmente esposti ad atmosfere marine, industriali o corrosive in genere nonché a gelo.

TAB. 78 - Conglomerati cementizi a faccia vista. Contenuti ottimali in cemento (Blake)

Categoria di inerti (mm)	Contenuto in cemento kg/m ³	Rapporto approssimato inerti / cemento	Consistenza
D 40	420 ÷ 330	4/1 ÷ 6/1	S2 ÷ S3
D 20	480 ÷ 370	3,5/1 ÷ 5/1	S2
D 10	540 ÷ 420	3/1 ÷ 4/1	S1

25.2.3. Cemento e aggregati

Il cemento adoperato per gli impasti dovrà essere ottenuto, per assicurare uniformità di colore da un'unica lavorazione o meglio, se possibile dalla produzione di un unico giorno. Per finiture colorate dovranno essere usati cementi colorati, essendo vietato aggiungere pigmenti nell'impasto.

Gli aggregati dovranno essere privi di qualsiasi impurità, specie di pirite e, se prescritto, lavati; dovranno avere inoltre colore uniforme per tutta la durata del getto e pertanto dovranno essere approvvigionati sempre alla stessa fonte.

La granulometria potrà essere continua o discontinua in rapporto agli effetti da ottenere. Sarà indicata pertanto dalla Direzione Lavori e sarà sperimentata su pannelli preliminari di prova eseguiti a cura e spese dell'Appaltatore nel numero e nelle dimensioni prescritte.

25.2.4. Disarmanti

Saranno costituiti da oli puri con aggiunta di attivanti superficiali (surfactant) per ridurre la tensione superficiale o da emulsioni cremose di acqua in olio con aggiunta di attivanti. Il disarmante dovrà essere steso con uniformità a mezzo di rulli, spazzole o preferibilmente a spruzzo mediante idonea pistola.

Ad applicazione avvenuta la superficie della casseforma dovrà essere protetta dagli agenti atmosferici, dalla polvere e da qualsiasi altra forma di inquinamento.

25.2.5. Getto – Maturazione – Disarmo

Il criterio della massima uniformità dovrà sempre essere posto a costante riferimento per tutte le operazioni in argomento. Il getto dovrà essere effettuato a ritmo costante superiore a 2,00 m in verticale, all'ora. Le riprese saranno effettuate previa spazzolatura o sabbiatura del getto precedente, evitando le malte e le boiacche di saldatura.

Gli accorgimenti per favorire una giusta maturazione dovranno essere gli stessi per ogni giorno di lavoro e per ogni elemento della struttura. Particolare cura sarà rivolta agli accorgimenti di protezione e ciò sia con riguardo alle azioni meccaniche, sia con riguardo alle variazioni delle condizioni ambientali termo-igrometriche e di ventilazione.

Il disarmo dovrà avvenire con le massime cautele e, se ordinato, anche in due tempi (stacco e rimozione delle casseforme).

Art. 26 OPERE IN CEMENTO ARMATO NORMALE

26.0. GENERALITÀ

Nella esecuzione delle opere in cemento armato normale l'Appaltatore dovrà attenersi strettamente a quanto stabilito dal D.M. Infrastrutture e Trasporti 14 settembre 2005, decreto con il quale sono state emanate le nuove "Norme Tecniche per le Costruzioni", già più semplicemente citate come "Norme Tecniche", e ad altre norme che potranno essere emanate successivamente in virtù del disposto dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086.

Per le opere da realizzarsi in zona sismica, oltre al rispetto delle prescrizioni riportate ai punti 3.2 e 5.7 delle superiori norme, dovrà ancora attenersi al rispetto delle disposizioni riportate nelle "Norme Tecniche per le Costruzioni in Zona Sismica", emanate con Ord. P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274, modificata ed integrata con Ord. P.C.M. 3 maggio 2005, n. 3431.

L'Appaltatore dovrà scrupolosamente attenersi alle "Regole per l'esecuzione" di cui è dotato il documento progettuale secondo il punto 5.1.7 delle citate "Norme Tecniche". In ogni caso potrà fare utile riferimento alla norma UNI EN 13670-1 ⁽²⁵³⁾

⁽²⁵³⁾ UNI EN 13670-1 - Esecuzione di strutture di calcestruzzo. Requisiti comuni.

26.1. CLASSI DI QUALITÀ DEL CONGLOMERATO

La classe del conglomerato sarà individuata dalla sua resistenza caratteristica a compressione R_{ck} determinata a 28 giorni di stagionatura; sarà siglata con la lettera "C" seguita da due numeri separati da barratura dei quali il primo rappresenta la resistenza cilindrica ed il secondo quella cubica (v. Tab. 65).

Per le strutture in cemento armato non sarà ammesso l'impiego di conglomerato con resistenza caratteristica $R_{ck} < 15 \text{ N/mm}^2$. Per le classi di resistenza *bassa* ($15 < R_{ck} \leq 30$) e *media* ($30 < R_{ck} \leq 55$) la resistenza caratteristica R_{ck} sarà controllata durante la costruzione con le modalità riportate al punto 68.2.15. del presente Capitolato.

26.2. POSA IN OPERA DEL CONGLOMERATO

26.2.1. Controllo e pulizia dei casseri

Prima che venga effettuato il getto di conglomerato, dovranno controllarsi il perfetto posizionamento dei casseri, le condizioni di stabilità, nonché la pulizia delle pareti interne; per i pilastri, in particolar modo, dovrà curarsi l'assoluta pulizia del fondo.

26.2.2. Trasporto del conglomerato

Per il trasporto del conglomerato si richiama quanto in precedenza prescritto al punto 68.2.16. Qualora il trasporto avvenga con betoniere sarà opportuno, all'atto dello scarico, controllare l'omogeneità dell'impasto; ove dovesse constatarsi una consistenza sensibilmente superiore a quella richiesta, la stessa potrà essere portata al valore prescritto mediante l'aggiunta di acqua e/o di additivi superfluidificanti, con ulteriore mescolamento in betoniera, purché il valore massimo del rapporto acqua/cemento non venga in questo modo superato.

Tale aggiunta non potrà comunque essere fatta se la perdita di lavorabilità, dall'impianto al luogo dello scarico, dovesse superare i 5 cm alla prova del cono. In questo caso il conglomerato sarà respinto.

26.2.3. Getto del conglomerato

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione. Il conglomerato sarà posto in opera per strati, disposti normalmente agli sforzi dai quali la struttura in esecuzione verrà sollecitata; tali strati saranno di limitato spessore.

Il getto sarà convenientemente pigiato o, se prescritto, vibrato; la pigiatura dovrà essere effettuata con la massima cura, normalmente agli stessi strati, e sarà proseguita fino alla eliminazione di ogni zona di vuoto e fino alla comparsa, in superficie del getto, di un velo di acqua.

26.2.4. Ripresa del getto

Affinché il getto sia considerato monolitico, il tempo intercorso tra la posa in opera di uno strato orizzontale ed il ricoprimento con lo strato successivo non dovrà superare il numero di ore che la tabella riportata a fianco indica in funzione della temperatura ambiente.

Nel caso che l'interruzione superi il tempo suddetto e non sia stato impiegato un additivo ritardante, si dovrà stendere sulla superficie di ripresa uno strato di malta cementizia dosato a 600 kg di cemento, dello spessore di $1 \div 2$ cm.

TAB. 79 - Conglomerato cementizio armato. Tempo massimo per interruzione del getto in rapporto alla temperatura ambiente

Temperatura (°C)	5	10	15	20	25	30	35
Tempo (h)	6,00	4,30	3,75	3,00	2,30	2,15	2,00

Per riprese eccedenti il doppio dei tempi segnati nella precedente tabella si dovrà lavare la superficie di ripresa con acqua e sabbia in pressione ovvero, ove si richiedano anche caratteristiche di impermeabilità, si dovrà ricorrere all'impiego di malte speciali brevettate.

26.2.5. Vibrazione del conglomerato

La vibrazione del conglomerato entro le casseforme sarà eseguita se o quando prescritta e comunque quando debbano impiegarsi impasti con basso rapporto acqua-cemento o con elevata resistenza caratteristica. La vibrazione dovrà essere eseguita secondo le prescrizioni e con le modalità concordate con la Direzione.

I vibratorii potranno essere interni (per vibratorii a lamina o ad ago), ovvero esterni, da applicarsi alla superficie libera del getto o alle casseforme. Di norma comunque la vibrazione di quest'ultima sarà vietata; ove però fosse necessaria, le stesse dovranno convenientemente rinforzarsi curando altresì che il vibratore sia rigidamente fissato.

La vibrazione superficiale verrà di regola applicata alle solette di piccolo e medio spessore (max. 20 cm). La vibrazione interna verrà eseguita immergendo verticalmente il vibratore in punti distanti tra loro $40 \div 80$ cm (in rapporto al raggio di azione del vibratore), ad una profondità non superiore a 40 cm (interessando comunque la parte

superficiale del getto precedente per circa 10 cm) e ritirando lo stesso lentamente a vibrazione ultimata in modo da non lasciare fori o impronte nel conglomerato ⁽²⁵⁴⁾.

La vibrazione dovrà essere proseguita con uniformità fino ad interessare tutta la massa del getto; sarà sospesa all'apparizione, in superficie, di un lieve strato di malta liquida. Qualora la vibrazione producesse nel conglomerato la separazione dei componenti, lo "slump" dello stesso dovrà essere convenientemente ridotto.

26.2.6. Temperatura del conglomerato

La temperatura del conglomerato, in fase di confezione e di getto, dovrà il più possibile avvicinarsi al valore ottimale di 15,5 °C. Ove pertanto la temperatura ambiente o degli aggregati risultasse diversa da tale valore, verranno prese le precauzioni di cui ai punti che seguono.

26.2.7. Getto nella stagione fredda

Nei periodi invernali si dovrà particolarmente curare che non si formino blocchi di inerti agglomerati con ghiaccio, né che avvengano formazioni di ghiaccio sulle superfici interessate dal getto né sulle armature o nelle casseformi. A tale scopo si dovranno predisporre opportune protezioni che potranno comprendere anche il riscaldamento degli inerti e l'impiego di riscaldatori a vapore prima dell'inizio del getto.

La temperatura dell'impasto, all'atto della posa in opera, non dovrà in nessun caso essere inferiore a 13 °C per getti di spessore minore di 20 cm e di 10 °C negli altri casi. Nel caso si ricorra al riscaldamento dell'acqua d'impasto, dovrà evitarsi che la stessa venga a contatto diretto con il cemento qualora la sua temperatura fosse superiore a 40 °C; per temperature superiori si adotterà la precauzione di immettere nella betoniera dapprima la sola acqua con gli inerti e di aggiungere poi il cemento quando la temperatura della miscela sarà scesa sotto i 40 °C.

Nei periodi freddi, e comunque su prescrizione della Direzione Lavori, sarà consigliabile l'uso di acceleranti invernali (antigelo) ed eventualmente di additivi aeranti in modo da ottenere un inglobamento di aria del 3 ÷ 5%. Dovrà curarsi in ogni caso che la temperatura del getto non scenda al disotto di 5 °C per non meno di giorni 4 nelle strutture sottili e per non meno di 3 giorni nelle strutture di medio e grosso spessore ⁽²⁵⁵⁾.

Nessuna ulteriore protezione sarà necessaria quando la resistenza a compressione del conglomerato abbia raggiunto il valore di 5 N/mm².

26.2.8. Getto nella stagione calda

Durante la stagione calda dovrà curarsi che la temperatura dell'impasto non superi i 30 °C. Bisognerà a questo scopo impedire l'eccessivo riscaldamento degli aggregati, sia proteggendo opportunamente i depositi, sia mantenendo continuamente umidi gli inerti. Qualora la temperatura dell'impasto non potesse venire mantenuta sotto i 30 °C, i getti dovranno essere sospesi a meno che non venga aggiunto agli impasti un efficace additivo plastificante-ritardante.

Durante la stagione calda verrà eseguito un controllo più frequente della consistenza; la stagionatura inoltre dovrà essere effettuata in ambiente tenuto continuamente umido e protetto dal sovrariscaldamento.

26.2.9. Protezione e inumidimento – Stagionatura

Il conglomerato appena gettato dovrà essere sufficientemente protetto dalla pioggia, dal sole, dalla neve e da qualsiasi azione meccanica, per non meno di una settimana. Per lo stesso periodo dovrà essere mantenuto umido a meno che non si impedisca all'acqua di impasto di evaporare proteggendo le superfici mediante fogli di plastica o con speciali pellicole antievaporanti (prodotti di curing, v. UNI 8656) date a spruzzo.

In ogni caso la stagionatura ⁽²⁵⁶⁾ non dovrà avere durata, in giorni, inferiore ai valori riportati nella Tab. 80.

⁽²⁵⁴⁾ I vibratori ad immersione dovranno avere elevata frequenza: da 6.000 a 12.000 cicli al minuto per il cemento armato normale ad oltre 12.000 e fino a 22.000 per il precompresso.

⁽²⁵⁵⁾ Tra i provvedimenti da adottarsi deve comprendersi l'impiego di casseforme isolate termicamente.

⁽²⁵⁶⁾ La durata della stagionatura è legata alla velocità con la quale si raggiunge una certa impermeabilità della zona superficiale (copriferro) del conglomerato. Essa è pertanto legata allo sviluppo della resistenza dello stesso (v. prospetto 12 della UNI EN 206-1).

TAB. 80 - Tempo di stagionatura. Durata minima in giorni per diversi tipi di esposizione

SVILUPPO RESISTENZA CALCESTRUZZO	RAPIDO			MEDIO			LENTO		
	a/c<0,5	Cem. 42,5 R		a/c 0,5÷0,6	Cem. 42,5 R		altri casi		
Temperatura calcestruzzo > °C	5	10	15	5	10	15	5	10	15
Condizioni ambientali durante stagionatura									
Ombra, umidità ≥ 80%	2	2	1	3	3	2	3	3	2
Insolazione o vento medi, umidità ≥ 50%	4	3	2	6	4	3	8	5	4
Insolazione o vento forti, umidità < 50%	4	3	2	8	6	5	10	8	5

26.2.10. Protezione dalla fessurazione

In fase di indurimento, il conglomerato dovrà essere protetto dai danneggiamenti causati dalle tensioni interne ed esterne causate dal calore endogeno. Pertanto, onde evitarsi fessurazioni superficiali, la differenza di temperatura tra il centro e la superficie del getto non dovrà superare, in condizioni normali, il valore di 20 °C.

26.2.11. Maturazione a vapore

Nel caso venisse autorizzata o prescritta la maturazione a vapore del conglomerato, dovranno essere rispettate le seguenti modalità:

- la temperatura del calcestruzzo durante le prime 3 h dall'impasto non dovrà superare 30 °C, né 40 °C dopo le prime 4 h;
- il gradiente di temperatura non dovrà superare 20 °C/h;
- la temperatura massima del calcestruzzo non dovrà, in media superare 60 °C;
- il calcestruzzo dovrà essere lasciato raffreddare con un gradiente di temperatura non maggiore di 10 °C/h;
- durante il raffreddamento e la stagionatura occorrerà ridurre al minimo la perdita di umidità per evaporazione.

26.3. DISARMO DEI GETTI DI CONGLOMERATO

26.3.1. Generalità

Il disarmo dovrà avvenire per gradi, in modo da evitare azioni dinamiche e non prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo; l'autorizzazione verrà data in ogni caso dalla Direzione Lavori. Il disarmo delle superfici laterali dei getti dovrà avvenire quando il conglomerato avrà raggiunto una resistenza non inferiore a $0,20 R_{ck}$ e comunque superiore a 5 N/mm^2 .

Subito dopo il disarmo si dovrà provvedere all'occlusione di eventuali fori con malta antiritiro nonché alla regolarizzazione delle superfici con malta cementizia dosata a 600 kg di cemento. Si dovrà provvedere quindi alle operazioni di bagnatura delle superfici, così come prescritto al precedente punto 70.2.9.; ove tale operazione desse luogo ad efflorescenze superficiali, la bagnatura sarà sostituita con l'impiego di pellicole protettive antievaporanti.

26.3.2. Tempi minimi di disarmo

In assenza di specifici accertamenti della resistenza del conglomerato ed in normali condizioni esecutive ed ambientali di getto e di maturazione, dovranno essere osservati i tempi minimi di disarmo di cui alla seguente tabella:

Durante la stagione fredda il tempo per lo scasseramento delle strutture dovrà essere convenientemente protratto onde tener conto del maggior periodo occorrente al raggiungimento delle resistenze necessarie.

26.4. GETTI IN AMBIENTI AGGRESSIVI

In aggiunta a quanto prescritto del presente Capitolato, per le opere in cemento armato da realizzare in prossimità dei litorali marini o in ambienti particolarmente aggressivi, si osserveranno le ulteriori seguenti prescrizioni:

- La distanza minima dell'armatura dalle facce esterne del conglomerato dovrà essere di 2 cm per le solette e di 4 cm per le travi ed i pilastri; ove venissero prescritti copriferrì maggiori, saranno presi idonei provvedimenti atti ad evitare il distacco (reti, ecc.).
- Il conglomerato dovrà avere classe non inferiore a C25/30, sarà confezionato con cemento pozzolanico, verrà gettato in casseforme metalliche e sarà vibrato.

TAB. 81 - Getti di conglomerato cementizio armato. Tempi minimi di disarmo

TIPI DI ARMATURA	Cemento normale	Cemento ad alta resistenza
Sponde dei casseri di travi e pilastri	3 gg	2gg
Armature di solette di luce modesta	10 gg	4 gg
Puntelli e centine di travi, archie volte, ecc.	24 gg	12 gg
Strutture a sbalzo	28 gg	14 gg

26.5. ACCIAI PER CONGLOMERATI NORMALI

Gli acciai per conglomerati armati normali dovranno rispondere, con riguardo alle sezioni di calcolo, alle resistenze ed alle modalità di fornitura, di lavorazione e di posa in opera, alle "Norme Tecniche" richiamate nelle "Generalità" nonché, per le specifiche caratteristiche di accettazione e le modalità di prova, alle prescrizioni riportate al punto 48.1. del presente Capitolato.

26.5.1. Regole specifiche

Per quanto riguarda la calibratura dell'armatura longitudinale e delle staffe, i limiti di dimensionamento specifico, la disposizione e diffusione delle staffe, l'armatura a taglio e torsione, i particolari per zona sismica, le strutture bidimensionali, ecc., si fa rinvio a quanto al riguardo prescritto al punto 5.1.6. delle superiori norme.

26.5.2. Ancoraggio delle barre

Le armature longitudinali non possono essere interrotte ovvero sovrapposte all'interno di un nodo strutturale (incrocio travi-pilastrini). Tali operazioni potranno invece essere effettuate nelle zone di minore sollecitazione, lungo l'asse della trave.

Le giunzioni delle barre in zona tesa, quando non fossero evitabili, si dovranno realizzare nelle zone di minore sollecitazione; in ogni caso dovranno essere opportunamente sfalsate. Il progetto o il Direttore dei lavori prescriverà il tipo di giunzione più adatto che potrà effettuarsi mediante:

- *Sovrapposizione*, calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra ⁽²⁵⁷⁾.
- *Saldatura*, da eseguirsi in conformità alle relative norme in vigore ⁽²⁵⁸⁾.
- *Manicotto filettato o presso-estruso*, da validarsi preventivamente mediante prove sperimentali.

26.5.3. Piegatura delle barre

Le barre dovranno essere piegate con un raccordo circolare di raggio non inferiore a sei volte il diametro. Per le barre di acciaio inossidabile sono vietate le piegature a caldo.

26.5.4. Copriferro e interferro

La superficie dell'armatura resistente dovrà distare dalle facce esterne del conglomerato di almeno 0,8 cm nel caso di solette, setti e pareti, e di almeno 2 cm nel caso di travi e pilastrini. Tali misure dovranno essere aumentate, nel caso di ambienti aggressivi, così come disposto al punto 70.4. del presente Capitolato.

Le superfici delle barre dovranno essere mutualmente distanti in ogni direzione di almeno un diametro e, in ogni caso, di non meno 2 cm ⁽²⁵⁹⁾. Per le barre di sezione non circolare si dovrà considerare il diametro del cerchio circoscritto..

Art. 27 OPERE IN CEMENTO ARMATO PRECOMPRESSO

Per le opere in cemento armato precompresso dovranno essere rispettate le "Norme Tecniche" richiamate nel precedente art. 70, con particolare riferimento al paragrafo 5.1.8 delle stesse norme.

Per le malte di iniezione, oltre a richiamare quanto prescritto al punto 66.2.3., si precisa in particolare:

- la fluidità della malta dovrà essere misurata con il cono di Marsh ⁽²⁶⁰⁾ all'entrata ed all'uscita di ogni guaina; l'iniezione continuerà finché la fluidità della malta in uscita non sarà uguale a quella di entrata;

⁽²⁵⁷⁾ In ogni caso la lunghezza di sovrapposizione nel tratto rettilineo dovrà essere non minore di 20 volte il diametro della barra e la prosecuzione di ciascuna barra dovrà essere deviata verso la zona compressa. La distanza mutua (interferro nella sovrapposizione) non dovrà superare 6 volte il diametro.

⁽²⁵⁸⁾ Dovranno essere accertate la saldabilità degli acciai impiegati come indicato al punto 2.2.6 delle norme, nonché la compatibilità fra metallo e metallo di apporto nelle posizioni o condizioni operative previste nel progetto esecutivo.

⁽²⁵⁹⁾ Si potrà derogare a quanto sopra raggruppando le barre a coppie ed aumentando la mutua distanza minima tra le coppie ed almeno 4 cm.

⁽²⁶⁰⁾

L
a fluidità della malta sarà determinata misurando i tempi di scolo dal cono di Marsh di 1000 cm³ di malta (2000 cm³/2); la fluidità della malta sarà ritenuta idonea per tempi compresi tra 15 e 25 sec. La scelta del diametro dell'ugello del cono sarà fatta sulla base degli abachi in figura, rispettivamente per cavi a fili ed a trefoli. Per i simboli:

P = pressione

- l'essudazione ⁽²⁶¹⁾ non dovrà essere superiore al 2% del volume;
- l'impastatrice dovrà essere ad alta velocità (4000 ÷ 5000 giri/min) con velocità tangenziale minima di 14 m/s.

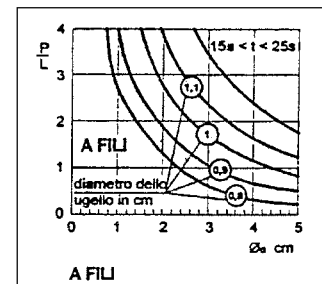
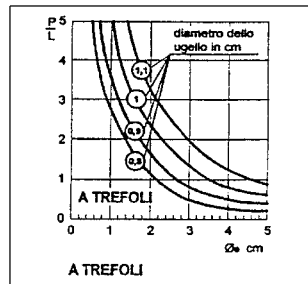
27.1. CLASSE DI QUALITÀ DEL CONGLOMERATO

Salvo diversa specifica, per le strutture in cemento armato precompresso non sarà ammesso l'impiego di conglomerato cementizio di classe inferiore a C25/30.

27.2. REGOLE D'ESECUZIONE

Per quanto riguarda lo spessore di ricoprimento dell'armatura, le testate di ancoraggio, la posa e messa in opera delle barre e dei cavi, le operazioni di tiro, la protezione dei cavi, le operazioni di iniezione, ecc. dovranno essere rispettate le prescrizioni di cui al punto 5.1.8.3 delle superiori norme. In particolare si prescrive:

- le superfici esterne dei cavi posttesi (sistema a cavi scorrevoli) dovranno distare dalla superficie del conglomerato cementizio non meno di 30 mm; in ambiente aggressivo, tale distanza non dovrà essere inferiore a 50 mm. Nel caso di armature pretese (sistema a cavi aderenti), nella testata i trefoli dovranno essere protetti da un ricoprimento di almeno 35 mm ⁽²⁶²⁾;
- le guaine dei cavi dovranno essere completamente stagne e le giunzioni assolutamente protette; la malta sarà sufficientemente fluida (con tempo misurato al cono di Marsh compreso tra 13 e 25 s);
- l'iniezione dovrà avvenire con continuità e senza interruzioni; la pompa dovrà avere capacità sufficiente perché in cavi di diametro inferiore a 25 mm senza che la pressione superi 1000 kPa (10 at circa). Non è ammessa l'iniezione con aria compressa;



- la malta che uscirà dagli sfiati dovrà essere analoga a quella della bocca di immissione e non contenere bolle d'aria; una volta chiusi gli sfiati dovrà mantenersi una pressione di 500 kPa fintanto che la pressione permanga senza pompare per almeno 1 min;
- le iniezioni dovranno essere eseguite entro 15 giorni a partire dalla messa in tensione, salvo i casi speciali;
- dopo periodi di gelo occorrerà assicurarsi che i condotti siano completamente liberi da ghiaccio o da brina, vietandosi in ogni caso il lavaggio a vapore; in periodi di gelo le operazioni di iniezione dovranno essere opportunamente concordate con la Direzione Lavori, che potrà anche sospenderle;
- se potrà aversi gelo nelle 48 ore seguenti all'iniezione, bisognerà riscaldare la struttura e mantenerla calda per almeno 48 ore, in modo che la temperatura della malta iniettata non scenda sotto i 5 °C.

Gli ancoraggi e tutte le loro parti dovranno portare un marchio indelebile che ne comprovi la provenienza e la conformità ai disegni depositati presso il Servizio Tecnico Centrale dei LL.PP.

Art. 28 CASSEFORME, ARMATURE

Per l'esecuzione di tali opere provvisoriale, sia del tipo fisso che scorrevole, l'Appaltatore potrà adottare tutti i sistemi che ritiene più idonei o di propria convenienza (salvo diversa prescrizione), purché soddisfino alle migliori condizioni di stabilità e di sicurezza, anche nei riguardi del disarmo.

Nella progettazione ed esecuzione di armature e centinature l'Appaltatore è tenuto ad osservare le norme ed i vincoli che fossero imposti da Organi competenti, con particolare riguardo agli ingombri negli alvei ed alle sagome

$$\varnothing_e = \sqrt{\varnothing G^2 - \dots}$$

⁽²⁶¹⁾

Per la misura dell'essudazione verrà impiegata una provetta graduata cilindrica di 250 cm³, Ø 6 cm, con 6 cm di malta. La misura si effettuerà 3 ore dopo il mescolamento con lettura diretta, o con pesatura prima o dopo lo svuotamento dell'acqua trasudata (con pipetta).

⁽²⁶²⁾

Il ricoprimento, che potrà anche essere costituito da equivalente materiale protettivo, dovrà essere accuratamente studiato e definito nelle verifiche di fessurazione per le classi ambientali.

libere nei sopra e sottopassaggi.

Le casseforme e le relative armature di sostegno dovranno essere apprezzabili deformazioni, al peso della costruzione, ai carichi accidenta conglomerato; si richiama peraltro quanto prescritto ai punti 69.2.6. e 69.

Le superfici interne delle casseforme dovranno presentarsi lisce, assorbente delle stesse dovrà essere uniforme e non superiore a 1 g/m²h salvo diversa prescrizione. Sarà ammesso l'uso di disarmanti; questi per superfici del conglomerato. La relativa applicazione sarà effettuata così co

I giunti nelle casseforme saranno eseguiti in modo da evitare sbrc che costituiscono i pannelli, ma anche attraverso le giunzioni verticali ed pilastri si lascerà uno sportello al piede per consentire la pulizia alla base c getto.

Quando la portata delle membrature principali oltrepassasse i 6 di-sarmo. Dovrà curarsi, in ogni caso, che i cedimenti elastici, in c simultaneità.

Art. 29 BARRIERE DI SICUREZZA E PARAPETTI METALLICI

Verranno installate le prime lungo i tratti saltuari delle banch delle strade a doppia sede o delle autostrade ed i secondi in corrip secondo le particolari disposizioni che impartirà la Direzione Lavori, c cui alla Tab. 32 del presente Capitolato ed all'indirizzo fornito dalla pre

La barriera sarà costituita da una serie di sostegni in profilato metal con l'interposizione di opportuni elementi distanziatori ad anima rinforzata. l'altezza del loro asse risulti a non meno di 55 ÷ 70 cm dal piano della riferendosi a strade con prevalenza di traffico pesante) e che il loro filo e dalla faccia del sostegno lato strada ⁽²⁷⁴⁾.

I sostegni dovranno essere infissi nel terreno con battipali, a Distanze diverse potranno essere ammesse in rapporto alla classe di omologazione richiesta ed alle caratteristiche di omologazione fornite dal produttore.

Per barriere da ponte o viadotto, per spartitraffico centrali e/o in presenza di ostacoli fissi laterali, curve pericolose, scarpate ripide o profonde, altre sedi stradali o ferroviarie adiacenti, si dovranno adottare barriere di classe non inferiore ad H2.

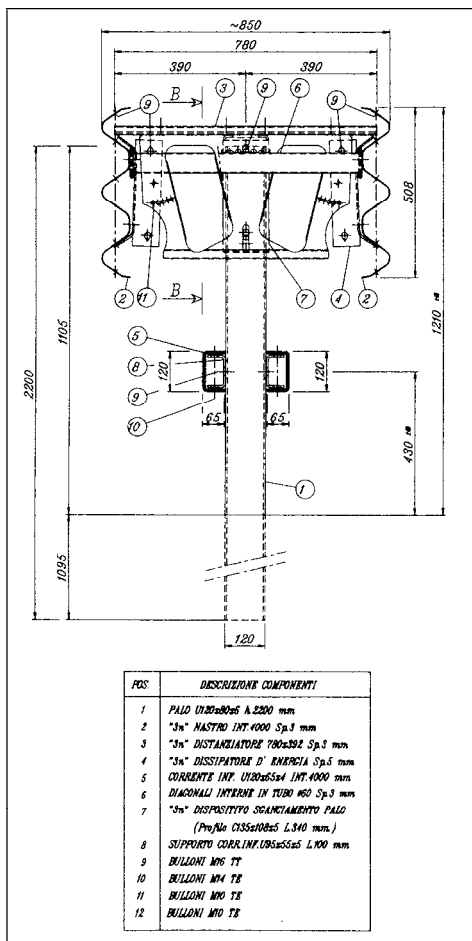


FIG. 18 - Barriera di sicurezza spartitraffico Classe H4. Sezione indicativa

TAB. 82 - Barriere di sicurezza. Classi e destinazione in rapporto al tipo di strade e di traffico ⁽²⁷³⁾

TIPO DI STRADE	Tipo di traffico	barriere spartitraffico a (1)	barriere bordo laterale b	barriere bordoponte c (2)
Autostrade (A) e strade extraurbane principali (B)	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4	H2-H3	H3-H4
Strade extraurbane secondarie (C) e strade urbane di scorrimento (D)	I	H1	N2	H2
	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3
Strade urbane di quartiere (E) e strade locali (F)	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

(1) Ove esistente.
(2) Valido per opere d'arte (ponti, viadotti, muri e simili) con lunghezza superiore ai 10 metri; tutte le altre sono equiparate al bordo laterale normale (tipo b).

⁽²⁷³⁾ **Traffico Tipo I:** Traffico Giornaliero Medio annuale (TGM) nei due sensi minore o uguale a 1000 con qualsiasi percentuale di veicoli merci, o maggiore di 1000 con presenza di veicoli di massa superiore a 3000 kg ≤ 5% del totale.

Traffico Tipo II: TGM maggiore di 1000 e presenza di veicoli di massa superiore a 3000 kg compresa tra 5 e 15 % sul totale.

Traffico Tipo III: TGM maggiore di 1000 e presenza di veicoli di massa superiore a 3000 kg maggiore del 15 %.

⁽²⁷⁴⁾ La prescrizione si riferisce a barriere con livello di contenimento normale o superiore (classe H). Nei tipi con minori prestazioni, come ad esempio le barriere di classe N1 ed N2, l'elemento distanziatore potrà non essere presente.

Nel caso di barriere ricadenti su opere d'arte i sostegni saranno alloggiati, per la occorrente profondità, in fori predisposti o da predisporre sulle opere d'arte e fissati con malta cementizia additivata con resine o con malta di resine epossidiche. Più propriamente, ed allo scopo di garantirne la facile sostituibilità, i sostegni saranno fissati a mezzo di piastre di base saldate agli stessi e tirafondi annegati nella struttura o fissati con malte epossidiche; il tutto comunque come da caratteristiche di omologazione. In casi speciali, quali zone rocciose o altro, su richiesta dell'Appaltatore e con l'approvazione della Direzione Lavori, i sostegni potranno essere ancorati nel terreno a mezzo di basamento in conglomerato cementizio o di cordolo armato, il tutto comunque nel rispetto delle condizioni di omologazione della barriera da installare.

Le giunzioni dovranno avere il loro asse in corrispondenza dei sostegni e dovranno essere ottenute con la sovrapposizione di due nastri per non meno di 25 cm. Le stesse giunzioni saranno effettuate in modo da presentare i risalti rivolti in senso contrario alla marcia dei veicoli, per motivi di sicurezza. I sistemi di collegamento delle fasce ai sostegni dovranno consentire la ripresa dell'allineamento sia durante la posa in opera, sia in caso di cedimenti del terreno, consentendo un movimento verticale di ± 2 cm ed orizzontale di ± 1 cm.

Ogni tratto di barriera sarà completato con pezzi terminali curvi, opportunamente sagomati (salvo che non sia prescritto l'ammarraggio nel terreno), in materiale del tutto analogo a quello usato per le fasce. Ad interesse non superiore a quello corrispondente a tre elementi dovrà essere eseguita l'installazione di dispositivi rifrangenti, di area non inferiore a 50 cm^2 , con superfici pressoché normali all'asse stradale.

parallele, dello spessore prescritto, con l'ausilio di opportune guide metalliche; sarà quindi compressa e spianata con spatole di legno. Particolare cura dovrà essere posta nelle giunture dei pannelli onde realizzare, con l'impiego di malta a più alta temperatura, la perfetta saldatura tra gli stessi.

A protezione ed integrazione della cappa asphaltica sopra descritta, potrà essere steso un successivo strato composto dal 60 ÷ 45% di mastice d'asfalto, dal 35 ÷ 45% di sabbia e graniglia e dal 5 ÷ 10% di bitume. Si avrà cura che in questo caso la stesa del materiale avvenga in senso normale a quello seguito per il primo strato.

Art. 30 INTONACI

In linea generale per le superfici a vista dei conglomerati cementizi non verranno adottati intonaci: ciò in quanto la predisposizione delle casseforme e la cura nei getti farà sì che dette superfici si presentino regolari ed uniformi. Ove però gli intonaci venissero prescritti dalla Direzione Lavori, tali superfici verranno accuratamente pulite e bagnate e predisposte opportunamente.

Negli intonaci eseguiti a spruzzo (gunite) il getto sarà eseguito con lancia a pressione (3 bar all'ugello di uscita), posta a circa 1 m dalla superficie, previa spicconatura, pulizia e lavaggio della stessa. La malta sarà di norma a 500 kg di cemento e lo spessore dell'intonaco, da eseguire anche in questo caso su due strati, potrà essere di 20 o 30 mm. Tale spessore potrà portarsi a 40 mm ove fosse ordinata l'inclusione di rete metallica elettrosaldata in fili di acciaio.

Art. 31 RIVESTIMENTI

I materiali con i quali verranno eseguiti i rivestimenti dovranno possedere i requisiti prescritti nel presente Capitolato o nell'allegato Elenco Prezzi o, più generalmente, richiesti dalla Direzione Lavori. Quando i materiali non fossero direttamente forniti dall'Amministrazione appaltante, l'Appaltatore dovrà presentare all'approvazione della Direzione i campioni degli stessi e dovrà sempre approntare una campionatura in opera. Solo dopo l'approvazione di questa sarà consentito dare inizio ai lavori di rivestimento.

L'esecuzione di un rivestimento dovrà possedere tutti i requisiti necessari per garantire l'aderenza alle strutture di supporto e per assicurare l'effetto funzionale ed estetico dell'opera di finitura stessa. Gli elementi del rivestimento dovranno combaciare perfettamente tra loro e le linee dei giunti, debitamente stuccate con cemento bianco o diversamente colorato, dovranno risultare, a lavoro ultimato, perfettamente allineate nelle due direzioni.

La perfetta esecuzione delle superfici dovrà essere controllata con un regolo rigorosamente rettilineo che dovrà combaciare con il rivestimento in qualunque posizione.

31.1 Rivestimenti in lastre di marmo e pietra

Le lastre di marmo dovranno essere fissate a parete mediante zanche ed arpioni di rame o di acciaio inossidabile, e tenute staccate dalla parete stessa di almeno 1,5 cm; successivamente nell'intercapedine tra lastra e parete sarà eseguita, previa bagnatura, l'imbottitura, cioè una colata di malta idraulica o bastarda cementizia o cementizia secondo i casi.

Le lastre avranno spessore minimo di 3 cm e, salvo diversa prescrizione, saranno lucidate a piombo su tutte le facce a vista. Le connessure dovranno presentare un perfetto combaciamento (salvo i giunti a sovrapposizione e stradella) con larghezza massima di 1 mm ed assoluta rettilineità. La stuccatura dovrà eseguirsi con cemento in polvere.

Per i rivestimenti in lastre di pietra varranno in generale le stesse norme, salvo la definizione degli spessori e delle connessure, variabili secondo la qualità della pietra ed il tipo di lavorazione. Per gli elementi di scalinate l'Appaltatore dovrà preconstituire l'apparecchiatura ben precisa e presentare alla Direzione i relativi campioni per il giudizio sulla qualità del materiale e sul tipo di lavorazione.

Particolare precisione dovrà essere realizzata nell'esecuzione delle strutture di supporto (rampe, gradini, innesti, ecc.) sicché la collocazione avvenga senza necessità di tagli ed aggiustamenti e nel rispetto dei particolari di progetto.

Art. 32 OPERE IN MARMO, PIETRE NATURALI O ARTIFICIALI

32.0. GENERALITÀ

32.0.1. Forme – Dimensioni e caratteristiche

Le opere in marmo, pietre naturali o artificiali dovranno corrispondere, nei limiti delle tolleranze indicate, alle forme e dimensioni prescritte ed essere lavorate secondo le indicazioni del presente Capitolato e di quelle che fornirà la Direzione Lavori all'atto esecutivo. Tutti i materiali dovranno avere le caratteristiche esteriori (grana, coloritura e venatura) e quelle essenziali della specie prescelta e rispondere ai requisiti indicati al punto 42.9. del presente Capitolato.

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, qualora non disposto e nei limiti del presente articolo, le misure dei vari elementi di ogni opera, la formazione e disposizione dei vari conci e lo spessore delle lastre, come pure di precisare gli spartiti, la posizione dei giunti, la suddivisione dei pezzi, l'andamento della venatura, ecc., secondo i particolari disegni costruttivi che la stessa Direzione potrà fornire all'Appaltatore all'atto dell'esecuzione ed ai quali lo stesso sarà tenuto ad uniformarsi.

Le lastre di rivestimento o di pavimentazione dovranno essere accostate in maniera da evitare contrasti di colore o di venatura, tenendo conto delle caratteristiche del materiale impiegato e delle particolari disposizioni della Direzione.

32.0.2. Posa in opera dei manufatti

Per ancorare i diversi pezzi di marmo o pietra alle strutture di supporto si adopereranno grappe, perni, staffe, sbarre, ecc. in ottone ricotto, rame, bronzo, acciaio inossidabile, di tipo e dimensioni adatti allo scopo ed agli sforzi cui saranno assoggettati, previo benestare della Direzione Lavori. Tali ancoraggi saranno fissati saldamente ai marmi o pietre entro apposite incassature, di forma adatta, a mezzo di piombo fuso battuto a mazzuolo o di malte epossidiche e saranno murati sui supporti con malta cementizia.

I vuoti che risulteranno tra i rivestimenti in pietra o marmo ed i relativi supporti, a norma di quanto prescritto al punto 79.2.1. del presente Capitolato, dovranno essere accuratamente riempiti con malta idraulica sufficientemente fluida e debitamente scagliata, in modo che non rimangano vuoti di alcuna entità. Sarà assolutamente vietato l'impiego di agglomerante cementizio a rapida presa o di gesso, tanto per la posa quanto per il fissaggio provvisorio dei pezzi.

L'Appaltatore dovrà usare speciali cure ed opportuni accorgimenti per il fissaggio ed il sostegno di stipiti, architravi, rivestimenti, ecc. ⁽¹³⁵⁾, dove i pezzi risultino sospesi alle strutture in genere ed a quelle in cemento armato in particolare; in tal caso si potrà richiedere che le pietre o marmi siano collocati in opera prima del getto ed incorporati con opportuni mezzi alla massa delle murature o del conglomerato, il tutto seguendo le speciali norme che saranno impartite dalla Direzione e senza che l'Appaltatore abbia a pretendere speciali compensi.

Tutti i manufatti, di qualsiasi genere, dovranno risultare collocati in sito nell'esatta posizione stabilita dai disegni o indicata dalla Direzione Lavori; le connessure ed i collegamenti, eseguiti a perfetto combaciamento, dovranno essere stuccati con cemento bianco o colorato, secondo disposizione. Potrà essere richiesto che la posa in

⁽¹³⁵⁾ Gli elementi di ancoraggio dovranno essere non meno di 4 per ogni metro di elemento e non meno di 3 per ogni elemento: le zanche, staffe, ecc., se in tondino e spinotto, dovranno avere diametro non inferiore a 6 mm; se in barre diversamente sagomate, spessore non inferiore a 4 mm.

opera delle pietre o marmi segua immediatamente il progredire delle murature, ovvero che venga eseguita in tempi successivi, senza che l'Appaltatore possa richiedere extracompenzi.

Nei rivestimenti delle zone di spigolo, le lastre incontrantesi ad angolo dovranno essere rese solidali tra loro mediante idonee piastre o squadrette in metallo inossidabile, fissate a scomparsa con adeguati adesivi; negli spigoli sarà comunque vietato il taglio a 45° dei bordi delle lastre.

32.1. MARMI E PIETRE NATURALI – PIETRA DA TAGLIO

32.1.1. Marmi e pietre naturali

Le opere in marmo dovranno presentare piani con giunzioni senza risalti, a perfetta continuità; le parti a vista, se non diversamente disposto, dovranno essere levigate e lucidate. I marmi colorati dovranno presentare, in tutti i pezzi, le precise tinte e venature caratteristiche della specie prescelta.

32.1.2. Pietra da taglio

La pietra da taglio da impiegare nelle costruzioni dovrà presentare la forma e le dimensioni di progetto e sarà lavorata e posta in opera secondo le disposizioni che verranno impartite dalla Direzione all'atto dell'esecuzione ed in conformità di quanto stabilito al punto 67.5.2. del presente Capitolato.

32.2. PIETRE ARTIFICIALI

Le pietre artificiali, a imitazione delle naturali, saranno costituite da conglomerato cementizio, sabbia silicea, ghiaino scelto e graniglia della stessa pietra naturale che si intende imitare. Il conglomerato così formato sarà gettato poi entro apposite casseforme e sottoposto di norma a vibrocompressione.

Il nucleo dei manufatti sarà dosato con non meno di 350 kg di cemento 325 per ogni m³ di impasto e con non meno di 400 kg quando si tratti di elementi sottili. Le superfici in vista, che dovranno essere gettate contemporaneamente al nucleo interno, saranno costituite, per uno spessore non inferiore a 2 cm, da impasto notevolmente più ricco, formato con cemento bianco, graniglia di marmo, ossidi coloranti e polvere della pietra da imitare. Le stesse superfici saranno lavorate all'utensile, dopo perfetto indurimento, o sabbiare in modo da presentare struttura identica, per grana, tinta e lavorazione, alle pietre naturali da imitare.

I getti saranno opportunamente armati con tondini di ferro e lo schema dell'armatura dovrà essere preventivamente approvata dalla Direzione Lavori. La dosatura, la lavorazione e la stagionatura degli elementi dovranno garantire per gli stessi assoluta inalterabilità agli agenti atmosferici e resistenza a rottura non inferiore a 30 N/mm² a 28 giorni; le sostanze coloranti dovranno risultare assolutamente inerti nei riguardi dei cementi e resistenti alla luce. La posa in opera avverrà come specificato al punto 80.0.6.

La pietra artificiale da gettare sul posto come paramento di ossature grezze sarà formata da rinzafo in malta cementizia e successivo strato in malta di cemento, con colori e graniglia della stessa pietra naturale da imitare. Quando tale strato debba essere sagomato per la formazione di cornici, dovrà essere confezionato ed armato nel modo più idoneo per una perfetta adesione alle murature sottostanti, che saranno state in precedenza debitamente preparate. Le facce viste saranno poi lavorate come per le pietre gettate fuori opera.

32.3. CORDOLI PER MARCIAPIEDI – MANUFATTI LAPIDEI STRADALI

32.3.1. Cordoli in masselli di pietra

Saranno costituiti, se non specificatamente prescritto, da graniti, sieniti, dioriti, porfidi, basalti, travertini compatti ovvero da altre pietre con caratteristiche meccaniche o di resistenza agli agenti atmosferici non inferiori.

Fermo restando quanto prescritto al punto 42.10.2 del presente Capitolato i cordoli, che in ogni caso presenteranno le dimensioni prescritte in Elenco, potranno essere distinti in 4 diversi assortimenti (*ex* UNI 2712) a seconda della larghezza della faccia vista orizzontale; per ogni assortimento, le misure degli altri elementi geometrici resteranno determinate sulla base della seguente tabella (valgono comunque, ove più restrittive o più particolarmente valutate, le tolleranze di cui alla UNI EN 1343).

Ove non diversamente disposto, la faccia vista orizzontale e quella verticale saranno lavorate a punta fine; quest'ultima faccia avrà inoltre (a 18 cm) un fuori squadra di 3 cm e formerà con la precedente un angolo *ottuso*; lo spigolo sarà arrotondato con raggio di 2 cm. I giunti

TAB. 83 - Cordoli di pietra per marciapiedi ed orlature. Designazione commerciale degli assortimenti (indicativa).

Designazione dell'Assortimento (cm)	Altezza (cm)	Lunghezza minima	
		Graniti, sieniti, dioriti	Porfidi, basalti, travertini
12 (± 0,3)	30 (± 1,5)	90	50
15 (± 0,3)	27 (± 1,5)	100	60
25 (± 0,3)	20 (± 1,5)	110	70
30 (± 0,3)	25 (± 1,5)	120	80

saranno lavorati a scalpello a perfetto squadra; il lembo interno opposto all'alzata sarà lavorato a punta fine per una profondità di 3 cm e costituirà uno spigolo perfettamente parallelo a quello esterno.

I cordoli saranno collocati in opera con malta cementizia, su massetto in conglomerato di spessore non inferiore a 10 cm; l'alzata, rapportata al piano finito della pavimentazione stradale, non dovrà superare 18 cm. Gli elementi, se non diversamente disposto, saranno di assortimento 25 e verranno posati attestati e spaziati di 5 mm; tale spazio verrà riempito di malta cementizia dosata a 500 kg di cemento, che verrà stilata nella parte a vista.

32.3.2. Cordoli in elementi prefabbricati

Saranno del tipo prescritto in progetto ed avranno di norma lunghezza non inferiore a 100 cm, salvo che nei tratti in curva o in casi particolari.

Lo strato superficiale dei cordoli prefabbricati sarà realizzato con impasto di graniglia bianca e polvere bianca mescolata con cemento bianco ad alto dosaggio. La messa in opera avverrà come al precedente punto 80.4.1; la stilatura dei giunti sarà effettuata con sola malta di cemento bianco.

32.3.3. Manufatti lapidei stradali. Tipi diversi

Saranno conformi, se non diversamente disposto, alle prescrizioni delle norme di unificazione riportate al punto 42.10. del presente Capitolato.

Art. 33 OPERE DA CARPENTIERE

Tutti i legnami da impiegarsi in opere permanenti da carpentiere (grosse armature, impalcati, ecc.) dovranno essere lavorati con la massima cura e precisione ed in conformità alle prescrizioni date dalla Direzione Lavori.

Le giunzioni dei legnami dovranno avere la forma e le dimensioni indicate ed essere nette e precise in modo da ottenere un perfetto combaciamento dei pezzi che dovranno essere uniti. Non sarà tollerato alcun taglio in falso, né zeppe o cunei, né alcun altro mezzo di guarnitura o ripieno.

Le diverse parti componenti un'opera in legname dovranno essere fra loro collegate solidamente mediante caviglie, chiodi, squadre, staffe, fasciature o altro, in conformità alle prescrizioni che saranno date; nelle facce di giunzione, qualora non diversamente disposto, verranno interposte delle lamine di piombo dello spessore di 1 mm. Dovendosi impiegare chiodi per il collegamento dei legnami, sarà vietato farne l'applicazione senza averne apparecchiato prima il conveniente foro.

I legnami prima della loro posa in opera e prima della spalmatura di catrame o di carbolino, secondo quanto verrà disposto, e prima della coloritura, dovranno essere congiunti in prova nei cantieri, per essere esaminati ed accettati provvisoriamente.

Tutte le parti dei legnami destinate ad essere incassate nelle murature dovranno, prima della posa in opera, essere convenientemente sottoposte a trattamenti di protezione; in opera saranno tenute, almeno lateralmente e posteriormente, isolate dalle murature in modo da permetterne l'aerazione.

Art. 34 OPERE DA LATTONIERE – MANUFATTI IN LAMIERA ZINCATA

34.1. TOMBINI TUBOLARI IN LAMIERA

34.1.0. Generalità

I tombini tubolari in lamiera zincata saranno realizzati con i materiali di cui al punto 46.4.2. del presente Capitolato ed avranno spessori non inferiori ai tabulati forniti dallo stabilimento produttore in funzione dell'altezza dei rilevati e dei sovraccarichi accidentali. Le condizioni di equilibrio statico dovranno comunque venire verificate con gli ordinari metodi della scienza delle costruzioni. Sarà ritenuta valida la formula di Spangler.

34.1.1. Modalità di posa in opera

La posa in opera delle condotte portanti di acciaio per tombini dovrà essere effettuata nell'esatto rispetto delle istruzioni di montaggio e di installazione che il fabbricante sarà tenuto a consegnare a corredo stesso della fornitura. In ogni caso vale quanto segue.

Le condotte portanti potranno essere installate in trincea o in piano. Nel primo caso occorrerà sagomare opportunamente il suolo; nel secondo caso sotto il quarto inferiore della condotta si dovrà compattare accuratamente il materiale di riporto. Il letto di posa sarà in ogni caso costituito da uno strato, di spessore variabile in funzione della

natura del terreno e comunque non inferiore a 20 cm, di materiale arido ben compattato, privo di zolle erbose, radici, terreno gelato o di origine vegetale. Il terreno sottostante, se roccioso o peraltro incoerente, dovrà essere bonificato. La compattazione dovrà effettuarsi con mezzi meccanici o, per lavori di limitata entità, con pestelli.

Il materiale per il rinterro dovrà essere permeabile, arido, omogeneo, dovendosi evitare terreni inidonei o contenenti pietre di diametro oltre 7 cm. Il materiale di rinfiacco dovrà essere posto contemporaneamente da ambo le parti della condotta, a strati non superiori a 15 cm; il costipamento potrà essere effettuato utilizzando anche i normali mezzi per i rilevati salvo che per le parti immediatamente adiacenti alle strutture dove il costipamento verrà fatto con pestelli pneumatici o a mano. Il grado di compattazione dovrà corrispondere al 95% della densità massima ottenuta con il metodo AASHO modificato.

Le parti terminali dei manufatti potranno essere munite di testate metalliche prefabbricate, oppure in muratura, in conformità dei tipi adottati.

34.1.2. Accorgimenti particolari

In caso di rilevati particolarmente pesanti occorrerà dare, al centro della condotta, una monta pari allo 0,5 ÷ 0,7% della larghezza della condotta. Nelle condotte ad elementi imbullonati tutti i bulloni dovranno essere serrati con gradualità fino a raggiungere una coppia finale pari a circa 25 kgm; detto valore dovrà essere controllato con chiavi dinamometriche.

Nel montaggio di strutture di notevoli dimensioni occorrerà porre dei tiranti orizzontali, costituiti sia da barre tese da tenditori a doppia vite, sia da cavi metallici posti in corrispondenza dell'asse orizzontale. Tenditori e cavi si allenteranno gradualmente con l'applicazione del rinterro. Per sezioni ellittiche e grandi rilevati sarà consigliabile l'applicazione di puntoni in legno con tappi di compressione in legno dolce; archi e tubi a sezione ribassata non dovranno comunque essere puntellati.

Art. 35 DRENAGGI – GABBIONI

35.1. DRENAGGI

35.1.0. Generalità

I drenaggi di risanamento del corpo stradale e zone latitanti, che si rendessero necessari, saranno sempre eseguiti dallo sbocco a valle del cunicolo di scolo, procedendo da valle verso monte così da assicurare il regolare deflusso delle acque.

Prima di stabilire definitivamente il piano del fondo del drenaggio, onde assicurarsi di raggiungere in ogni punto lo strato impermeabile, la Direzione Lavori disporrà all'atto esecutivo quanti pozzi stimerà necessario praticare; la profondità del drenaggio e la pendenza del cunicolo saranno stabilite in relazione ai saggi, ove si riscontri il punto più depresso dello strato impermeabile. Il fondo dei drenaggi dovrà essere di norma rivestito in calcestruzzo che nella parte centrale sarà sagomato a cunetta.

Per quanto riguarda il riempimento in pietrame si rimanda alle norme di cui al punto 67.3.2. Si richiamano inoltre gli oneri e le responsabilità di cui al punto 48.1.7. del presente Capitolato.

35.1.1. Drenaggi con filtro in geotessile

In terreni particolarmente ricchi di materiale fino o sui drenaggi laterali delle pavimentazioni, i drenaggi potranno essere realizzati con filtro laterale in telo geotessile di poliestere o polipropilene, secondo prescrizione. I vari elementi di geotessile dovranno essere cuciti tra loro per formare il rivestimento del drenaggio; qualora la cucitura non venga effettuata, la sovrapposizione degli elementi dovrà essere di almeno cm 50.

La parte inferiore dei geotessili, a contatto con il fondo del cavo di drenaggio e per un'altezza di almeno cm 20 sui fianchi, dovrà essere impregnata con bitume a caldo (o reso fluido con opportuni solventi che non abbiano effetto sul poliestere) in ragione di almeno 2 kg/m². Tale impregnazione potrà essere fatta prima della messa in opera nel cavo del "geotessile" stesso o anche dopo la sua sistemazione in opera. Dal cavo dovrà fuoriuscire la quantità di geotessile necessaria ad una doppia sovrapposizione dello stesso sulla sommità del drenaggio (2 volte la larghezza del cavo).

Il cavo rivestito sarà successivamente riempito di materiale lapideo pulito e vagliato trattenuto al crivello 10 mm UNI, tondo o di frantumazione con pezzatura massima non eccedente i 70 mm. Il materiale dovrà ben riempire la cavità in modo da far aderire il più possibile il geotessile alle pareti dello scavo. Terminato il riempimento si sovrapporrà il geotessile fuoriuscente in sommità e su di esso verrà eseguita una copertura in terra pressata.

35.1.2. Drenaggi di contenimento di scavi

Si rimanda, per tale categoria di lavoro riferita principalmente agli scavi in sotterraneo, alle particolari prescrizioni riportate al precedente punto 61.4.

35.2. GABBIONI

I gabbioni risponderanno alle prescrizioni della Circolare 27 agosto 1962, n. 2078, del Consiglio superiore dei LL.PP. e saranno formati con rete di filo di acciaio trafilato a freddo, ricotto e zincato (con massa nominale di zinco non inferiore a 260 g/m² e comunque non inferiore ai valori riportati nel Prospetto III della UNI 8018), a doppia torsione, di diametro non inferiore a 2,7 mm, maglia esagonale 80 o 100 mm, massa non inferiore ai valori riportati nel Prospetto I della UNI citata. La rete dovrà presentare un vivagno lungo i bordi longitudinali costituito da filo di spessore non inferiore a 3,4 mm.

Il pietrame di riempimento dovrà avere dimensione minima non inferiore a 12 cm, massa degli elementi non inferiore a 10 kg e dovrà essere compatto, non sfaldabile, né alterabile all'azione dell'acqua e degli agenti atmosferici in generale. Il pietrame sarà sistemato a mano, con le fronti in vista lavorate come nella muratura a secco. La chiusura delle bocche sarà effettuata con legature di filo zincato delle stesse caratteristiche di quello impiegato per la gabbia.

I piani di posa superiori ed inferiori dei gabbioni dovranno risultare perfettamente spianati. Il collocamento in opera avverrà per filari continui e paralleli, curando lo sfalsamento delle connessioni tra file adiacenti o sovrastanti. Durante il collocamento verranno posti in opera i tiranti di attraversamento riuniti le opposte pareti e quelli riuniti le testate con le pareti.

Art. 36 TUBAZIONI

36.0. GENERALITÀ

36.0.1. Progetto esecutivo

La posa in opera di qualunque tipo di tubazione, a norma di quanto più in generale prescritto nell'Appendice A del presente Capitolato, dovrà essere preceduta, qualora dal progetto non emergano specifiche indicazioni, dallo studio esecutivo particolareggiato delle opere da eseguire, di modo che possano individuarsi con esattezza i diametri ottimali delle varie tubazioni ed i relativi spessori. Lo studio sarà completo di relazioni, calcoli, grafici e quant'altro necessario per individuare le opere sotto ogni aspetto, sia analitico che esecutivo.

Dovranno comunque essere rispettate le *"Norme tecniche relative alle tubazioni"* emanate con D.M. 12 dicembre 1985 nonché le relative *"Istruzioni"* diffuse con Circolare Min. LL.PP. n. 27291 del 20 marzo 1986. Dovrà infine essere rispettato il *"Regolamento concernente i materiali che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano"* adottato con D. Min. Salute 6 aprile 2004, n. 174.

36.0.2. Tubi, raccordi e apparecchi

I tubi, i raccordi e gli apparecchi da impiegare, del tipo e dimensioni prescritte, dovranno avere le caratteristiche indicate nel presente Capitolato o quelle più particolari o diverse eventualmente specificate in Elenco.

La posizione esatta cui dovranno essere posti i raccordi o gli apparecchi dovrà essere riconosciuta o approvata dalla Direzione; di conseguenza resterà determinata la lunghezza dei diversi tratti di tubazione continua. Questa dovrà essere formata con il massimo numero possibile di tubi interi, così da ridurre al minimo il numero delle giunture; resterà quindi vietato l'impiego di spezzoni, ove non riconosciuto strettamente necessario per le esigenze d'impianto.

36.0.3. Tracciati e scavi delle trincee

Gli scavi per la posa in opera delle tubazioni dovranno essere costituiti da tratte rettilinee (livellette) raccordate da curve. Dove le deviazioni fossero previste con impiego di pezzi speciali, il tracciato dovrà essere predisposto con angolazioni corrispondenti alle curve di corrente produzione o alle loro combinazioni (curve abbinata).

La larghezza degli scavi ⁽²⁸⁶⁾, al netto delle eventuali armature, dovrà essere tale da garantire la migliore esecuzione delle operazioni di posa in rapporto alla profondità, alla natura dei terreni, ai diametri delle tubazioni ed ai tipi di giunti da eseguire; peraltro, in corrispondenza delle giunzioni dei tubi e dei pezzi speciali, da effettuarsi entro lo scavo, dovranno praticarsi nello stesso delle bocchette o nicchie allo scopo di facilitare l'operazione di montaggio. Questo senza costituire per l'Appaltatore diritto a maggiori compensi.

La trincea finita non dovrà presentare sulle pareti sporgenze o radici di piante ed il fondo dovrà avere andamento uniforme, con variazioni di pendenza ben raccordate, senza punti di flesso, rilievi o infossature (maggiori di 3 cm), in modo da garantire una superficie di appoggio continua e regolare.

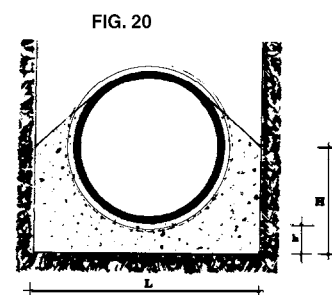
Con opportune arginature e deviazioni si impedirà che le trincee siano invase dalle acque pluviali o che siano interessate da cadute di pietre, massi, ecc. che possano danneggiare le tubazioni e gli apparecchi. Del pari si eviterà, con rinterri parziali eseguiti a tempo debito (con esclusione dei giunti), che verificandosi nonostante le precauzioni l'inondazione dei cavi, le condotte possano riempirsi o, se chiuse agli estremi, possano essere sollevate. Di conseguenza ogni danno, di qualsiasi entità, che si verificasse in tali casi per la mancanza delle necessarie cautele, sarà a tutto carico dell'Appaltatore.

36.0.4. Preparazione del piano di posa – Massetto

Nelle zone rocciose, quando non fosse possibile rendere liscio il fondo dello scavo o laddove la natura dei terreni lo rendesse opportuno, ed in ogni caso su disposizione della Direzione, le tubazioni saranno poste in opera con l'interposizione di apposito letto di sabbia (o di materiale arido a granulometria minuta) dell'altezza minima di $D/10 + 10$ cm (essendo "D" il diametro esterno del tubo in cm) esteso a tutta la larghezza e lunghezza del cavo ⁽²⁸⁷⁾.

TAB. 84 - Tubazioni interrato. Dimensionamento minimo del massetto di posa

PARAMETRI		Diametro esterno del tubo (cm)												
		15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100
Altezza platea	(h)	8	8	8	10	10	10	12	12	12	14	14	14	16
Altezza rinfianco	(H)	10	14	18	25	27	30	36	40	46	55	63	68	78
Larghezza massetto	(L)	40	45	50	55	65	70	75	80	95	105	115	130	140



Qualora fosse prescritta la posa su massetto delle tubazioni, lo stesso sarà realizzato con conglomerato cementizio magro, conformato come alla Fig. 21, con misure (in sezione) non inferiori a quelle riportate nella seguente tabella:

36.0.5. Scarico dai mezzi di trasporto

Lo scarico dei tubi dai mezzi di trasporto dovrà essere effettuato con tutte le precauzioni atte ad evitare danni di qualsiasi genere, sia alla struttura stessa dei tubi che ai rivestimenti. Sarà vietato l'aggancio a mezzo di cappio di funi metalliche.

36.0.6. Pulizia dei tubi e accessori

Prima di essere posto in opera ciascun tubo, raccordo o apparecchio dovrà essere accuratamente pulito dalle tracce di ruggine o di qualunque altro materiale estraneo; dovrà evitarsi inoltre che nell'operazione di posa detriti o altro si depositino entro la tubazione provvedendo peraltro, durante le interruzioni del lavoro, a chiuderne accuratamente le estremità con appositi tappi.

36.0.7. Posa in opera dei tubi

I tubi verranno calati nelle trincee con mezzi adeguati a preservarne l'integrità e verranno disposti nella giusta posizione per l'esecuzione delle giunzioni. I singoli elementi saranno calati il più possibile vicino al posto di montaggio, così da evitare spostamenti notevoli lungo i cavi.

Salvo quanto riguarda in particolare la formazione delle giunzioni, ogni tratto di condotta dovrà essere

⁽²⁸⁶⁾ Salvo diversa disposizione la larghezza di tali scavi, ai fini della misurazione contabile, sarà commisurata al diametro esterno del tubo aumentato di $40 + D/4$ cm, con un minimo contabile di 60 cm di larghezza per profondità di scavo fino a 1,50 m, di 80 cm per profondità da 1,51 a 3,00 m e di 100 cm per maggiori profondità.

⁽²⁸⁷⁾ In corrispondenza dei giunti dovranno essere scavate delle nicchie onde evitare che la tubazione resti appoggiata sui giunti stessi. Le nicchie verranno costruite dopo ultimato lo scavo a fondo livellato e dovranno avere la profondità minima indispensabile per consentire l'operazione di montaggio e di incasso del giunto.

disposto e rettificato in modo che l'asse della tubazione unisca con uniforme pendenza diversi punti fissati con appositi picchetti, così da corrispondere esattamente all'andamento planimetrico ed altimetrico stabilito nelle planimetrie e nei profili di progetto o comunque disposti dalla Direzione Lavori. In particolare non saranno tollerate contropendenze in corrispondenza di punti in cui non fossero previsti sfiati o scarichi; ove così si verificasse, l'Appaltatore dovrà a proprie spese rimuovere le tubazioni e ricollocarle in modo regolare come da prescrizione.

Nessun tratto di tubazione dovrà essere posato in orizzontale. I bicchieri dovranno essere possibilmente rivolti verso la direzione in cui procede il montaggio, salvo prescrizioni diverse da parte della Direzione Lavori.

Gli assi dei tubi consecutivi appartenenti a tratte di condotta rettilinea dovranno essere rigorosamente disposti su una retta. Saranno comunque ammesse deviazioni fino ad un massimo di 5° (per i giunti che lo consentono) allo scopo di permettere la formazione delle curve a largo raggio. I tubi dovranno essere disposti in modo da poggiare per tutta la loro lunghezza.

36.0.8. Protezione esterna delle tubazioni

Le tubazioni interrate, se in acciaio, saranno protette in uno dei modi specificati al punto 46.7.2. del presente Capitolato⁽²⁸⁸⁾; se in ghisa, mediante catramatura o bitumatura a caldo, così come indicato al punto 46.9.5.

La protezione esterna dovrà essere continua ed estesa anche ai raccordi ed agli elementi metallici di fissaggio; qualora perciò nelle operazioni di montaggio la stessa dovesse essere danneggiata, si dovrà provvederle al perfetto i pezzi speciali come curve planimetriche ed altimetriche, derivazioni, estremità cieche di tubazioni, saracinesche di arresto, ecc., se inseriti in tubazioni soggette a pressione (anche occasionalmente), dovranno essere opportunamente contrastati o ancorati. Parimenti murature di ancoraggio dovranno costruirsi per le tubazioni da posare in terreno a forte pendenza, a distanza inversamente proporzionale alla pendenza stessa e differente a seconda del tipo di giunzione. I blocchi di contrasto saranno generalmente di calcestruzzo e verranno proporzionati alla spinta da sostenere, spinta che sarà funzione reintegro o all'adozione di sistemi integrativi di efficacia non inferiore.

36.0.9. Prova delle tubazioni

L'Appaltatore sarà strettamente obbligato ad eseguire le prove dei tronchi di tubazione posati al più presto possibile e pertanto dovrà far seguire immediatamente, alla esecuzione delle giunzioni, la costruzione delle murature di contrasto e di ancoraggio (se necessarie). Contemporaneamente dovrà disporre il rinterro parziale dei tubi nei tratti di mezzeria, curando che i giunti rimangano scoperti. Successivamente, non appena scaduti i termini di stagionatura delle murature anzi dette, dovrà attuare tutte le operazioni per l'esecuzione delle prove. Di conseguenza tutti i danni, per quanto gravi ed onerosi, che possano derivare alle tubazioni, alle trincee, ai lavori in genere ed alla proprietà dei terreni, a causa di eventuali ritardi nelle operazioni suddette, saranno a totale carico dell'Appaltatore.

Le prove saranno effettuate per tronchi di lunghezza media di 500 m⁽²⁸⁹⁾, restando però in facoltà della Direzione aumentare o diminuire tali lunghezze. L'Appaltatore dovrà provvedere a sue cure e spese a tutto quanto sarà necessario per la perfetta esecuzione delle prove e per il loro controllo. Dovrà approvvigionare quindi l'acqua per il riempimento delle tubazioni (pure nel caso che mancassero gli allacciamenti alla rete o a qualunque altra fonte di approvvigionamento diretto), i piatti di chiusura, le pompe, i rubinetti, i raccordi, le guarnizioni, i manometri registratori e le opere provvisorie di ogni genere.

La prova verrà effettuata riempiendo d'acqua il tronco interessato e raggiungendo la pressione prescritta mediante pompa applicata all'estremo più depresso del tronco stesso; anche le letture al manometro dovranno effettuarsi in tale punto. Dovrà però tenersi presente che la pressione idraulica nel punto più alto del tronco non dovrà risultare minore della pressione idraulica nel punto più basso di oltre il 20%.

Riempito il tronco da provare, questo dovrà restare in carico per circa 24 h ad una pressione idrostatica il cui valore dovrà essere non maggiore della pressione di progetto del tronco stesso. Al termine delle 24 h, contate a partire dal momento in cui il tratto in prova comincerà a mantenersi alla pressione applicata, si procederà ad una accurata ispezione delle parti visibili della tubazione, con particolare attenzione per i giunti ed i raccordi.

Superata positivamente tale prova preliminare, la tubazione verrà gradualmente sottoposta alla pressione di prova vera e propria, che dovrà essere mantenuta per un periodo da 2h a 8 h secondo prescrizione. Al termine, posto l'esito favorevole della prova, si procederà nel più breve tempo al rinterro totale dello scavo, lasciando scoperti unicamente i punti che collegheranno tra loro i vari tronchi di prova. Di seguito, quando tutte le prove parziali fossero state ultimate, i vari tratti provati verranno tra loro collegati in via definitiva e l'intera condotta verrà allora messa in carico immettendovi la pressione di esercizio prevista in progetto. Quindi si procederà al

⁽²⁸⁸⁾ Con esclusione del rivestimento zincato.

⁽²⁸⁹⁾ Per le condotte non in pressione, nel caso in cui lungo la linea vi fossero dei pozzetti d'interruzione o di ispezione (condotte fognanti) le tratte da assoggettare alla prova saranno quelle situate tra due pozzetti consecutivi.

rinterro completo dello scavo nei punti ancora scoperti.

Le prove saranno eseguite in contraddittorio tra la Direzione Lavori e l'Appaltatore e, per ogni prova dal risultato positivo, verrà redatto apposito verbale sottoscritto dalle parti.

36.0.10. Pressioni di prova e collaudo

Le pressioni di prova saranno stabilite in funzione del tipo di tubazioni impiegate e delle condizioni di esercizio delle condotte e delle canalizzazioni.

Quando le tubazioni dovessero o potessero venire soggette a pressione, anche per breve tempo, la pressione di prova cui dovranno essere sottoposte sarà almeno $1,5 \div 2$ volte quella statica massima prevista per il tratto cui appartiene il tronco da provare; questo sempreché detto valore risulti superiore alla pressione di esercizio $P_e + 2$ (bar), valore limite inferiore per le pressioni di collaudo P_c .

Nel caso di canalizzazioni di scarico con funzionamento non a pressione (fognature, ecc.) le pressioni di collaudo in campo saranno riferite alle pressioni realizzabili tra l'asse della condotta ed il piano stradale o di campagna, per tratte caratterizzate da dislivello non superiore a 0,50 m circa. In ogni caso la pressione di prova sarà non inferiore a 0,5 bar, dovrà essere mantenuta per non meno di 15 minuti (previo riempimento preliminare della canalizzazione della durata di 24 h) e sarà misurata esclusivamente con un piezometro, in modo da poter verificare la quantità di acqua eventualmente aggiunta ⁽²⁹⁰⁾.

Disposizioni diverse potranno comunque venire impartite dalla Direzione Lavori, in accordo anche a particolari specifiche di normazione ⁽²⁹¹⁾.

36.0.11. Rinterro dei cavi

Per il rinterro dei cavi si riutilizzeranno, salvo diversa disposizione, i materiali provenienti dagli scavi, in precedenza depositati lungo uno o entrambi i lati degli stessi, o a deposito provvisorio, qualunque sia la consistenza ed il grado di costipamento delle materie stesse. Il rinterro sarà effettuato ricalzando i tubi lateralmente con materiale a granulometria fine e minuta ed avendo cura che non vengano a contatto degli eventuali rivestimenti pietre o quant'altro possa costituire fonte di danneggiamento, restando l'Appaltatore unico responsabile dei danni e delle avarie comunque prodotti alle condotte in dipendenza dei modi di esecuzione del rinterro.

Oltre l'altezza di 30 cm sulla generatrice superiore delle tubazioni, il rinterro sarà eseguito per strati successivi di altezza non maggiore di 30 cm, regolarmente spianati e bagnati ed accuratamente pistonati con mazzaranghe, e questo fino a superare il piano di campagna con un colmo di altezza sufficiente a compensare i futuri assestamenti.

L'altezza dei rinterri sulla generatrice superiore delle tubazioni potrà variare in rapporto alle condizioni del tracciato (morfologia e natura dei terreni e tipologia dei carichi). In ogni caso tale altezza non potrà essere inferiore a: 0,60 m ove il tracciato interessi terreni incolti, boschi, strade pedonali; 1,00 m nel caso di terreni coltivati e strade soggette a traffico leggero; 1,50 m nel caso di strade soggette a traffico pesante.

Resta comunque stabilito che l'Appaltatore dovrà verificare le condizioni statiche delle tubazioni in rapporto anche ai carichi ovalizzanti e pertanto lo stesso sarà unico responsabile degli eventuali danni che dovessero verificarsi, per insufficiente ricoprimento o per mancanza o inidoneità delle protezioni.

tubo e quindi, ad infilaggio avvenuto, ben compressa a stecca e mazzuolo fino a riempire, con eventuali aggiunte di altri giri di materiale, circa 1/3 della profondità del bicchiere.

Tale tipo di giunzione sarà comunque vietato per le tubazioni da collocare in opera fuori terra.

36.1. TUBAZIONI DI CLORURO DI POLIVINILE (PVC)

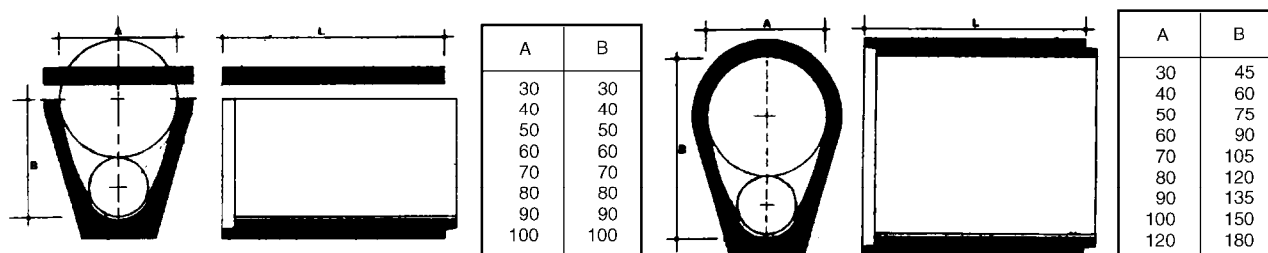
36.1.1. Generalità

Le tubazioni di cloruro di polivinile dovranno essere realizzate, in quanto ai materiali, con tubi di PVC non plastificato rispondenti ai requisiti di accettazione di cui al punto 56.2. del presente Capitolato. La posa in opera avverrà nel rispetto delle prescrizioni di progetto, con tutte le attenzioni che l'uso di detto materiale comporta.

⁽²⁹⁰⁾ Per durata della prova di 15 min i quantitativi di acqua massimi che potranno essere perduti dai vari tipi di canalizzazione, misurati in l/m^2 di superficie utile, dovranno essere non superiori a $0,50 \div 0,20$ per canalizzazioni di conglomerato cementizio semplice di diametro da 30 ad oltre 100 cm, a $0,15 \div 0,10$ per canalizzazioni di conglomerato cementizio armato di pari diametro ed a 0,20 per canalizzazioni di grès di qualunque diametro. Per durate di prova superiori, l'esito sarà ritenuto negativo ove si riscontrasse gocciolamento di acqua dai giunti o se per eccessiva permeabilità delle pareti non si riuscisse a mantenere la pressione se non con frequenti interventi di pompaggio.

⁽²⁹¹⁾ Vedi, ad esempio, la norma UNI 7516: "Prove in opera a pressione per condotte di amianto-cemento".

FIG. 22 - Condotti semiovoidali e ovoidali prefabbricati. Dimensioni indicative



Nel caso di tubazioni interrato, la posa e la prima parte del rinterro dovranno eseguirsi con l'impiego di materiale arido a granulometria minutissima (possibilmente sabbia, per uno spessore di copertura non inferiore a 20 cm), curando opportunamente la protezione nei riguardi dei carichi di superficie e di eventuali danneggiamenti accidentali. Nel caso di tubazioni esterne la posa avverrà a mezzo di opportuni ancoraggi e/o sostegni.

Nella posa in opera, saranno vietate la formazione in cantiere dei bicchieri di innesto (dovendosi nel caso approvvigionare tubi preformati in stabilimento), la curvatura a caldo (dovendosi nel caso impiegare i relativi pezzi speciali) e la cartellatura.

Le giunzioni potranno essere, in rapporto alle prescrizioni, sia di tipo rigido, effettuate a mezzo di incollaggi e/o saldature, sia di tipo elastico, effettuate a mezzo di idonei anelli elastomerici di tenuta. Nelle giunzioni esterne del primo tipo dovrà essere tenuto conto dell'elevato coefficiente di dilatazione termica lineare del PVC (pari a circa 0,08 mm/m °C) inserendo, a monte dei punti fissi (nodi) appositi giunti di dilatazione; ciò in particolare nel caso si tratti di una certa lunghezza e di andamento rettilineo.

36.1.2. Giunzioni rigide

Potranno essere del tipo *a bicchiere incollato*, del tipo *a bicchiere incollato e saldato*, del tipo *a manicotto incollato* (e saldato), del tipo *a vite e manicotto* ed infine del tipo *a flangia mobile*.

Il giunto a bicchiere incollato sarà effettuato, previa pulizia delle pareti con idoneo solvente, spalmando l'estremità liscia del tubo e l'interno del bicchiere con opportuno collante vinilico (fornito dalla stessa ditta dei tubi) e realizzando l'accoppiamento con leggero movimento rotatorio onde favorire la distribuzione del collante stesso. Il tubo sarà spinto quindi fino in fondo al bicchiere ed il giunto così ottenuto dovrà essere lasciato indisturbato per non meno di 48 ore.

Il giunto a bicchiere incollato e saldato sarà effettuato come in precedenza con l'aggiunta di una saldatura in testa al bicchiere eseguita con adatto materiale di apporto in PVC. Tale sistema di giunzione comunque, al fine di non diminuire le caratteristiche di resistenza dei tubi, non verrà impiegato nel caso di spessori non sufficienti.

Il giunto a manicotto sarà effettuato su tubi con estremità lisce, per introduzione ed incollaggio delle stesse in un manicotto sagomato, espressamente costruito per lo scopo. Anche questo tipo di giunto potrà essere se del caso rinforzato, con la saldatura dei bordi del manicotto eseguita come in precedenza.

Il giunto a flangia mobile verrà impiegato quando fosse richiesta la possibilità di montaggio e smontaggio della tubazione con una certa frequenza o per l'inserimento di apparecchiature e verrà effettuato incollando sull'estremità liscia del tubo un collare di appoggio contro il quale si porterà a contrastare una flangia di PVC. La tenuta sarà realizzata interponendo tra le flange un'opportuna guarnizione in gomma.

36.1.2. Giunzioni elastiche

Saranno effettuate su tubi e pezzi speciali, un'estremità dei quali sarà idoneamente foggiate a bicchiere e sede di apposita guarnizione elastica, o su tubi lisci a mezzo apposito manicotto a doppia guarnizione.

Per l'esecuzione del giunto, pulite accuratamente le parti da congiungere, si inserirà l'anello nella sede predisposta, quindi si lubrificerà la superficie interna dello stesso e quella esterna del codolo con apposito lubrificante (acqua saponosa o lubrificanti a base di siliconi, ecc.) e si infilerà la punta nel bicchiere fino all'apposito segno di riferimento, curando che l'anello o gli anelli (nel caso del manicotto) non escano dalla sede.

36.1.3. Prova idraulica per condotte in pressione

Per l'esecuzione della prova idraulica valgono le norme generali di cui al precedente punto 84.0.14. La prova sarà riferita alla condotta con relativi giunti, curve, derivazioni e riduzioni, escluso quindi qualsiasi altro accessorio idraulico quali: saracinesche, sfiati, scarichi di fondo, idranti, ecc.

Riempita la tratta dal punto più depresso, previa completa fuoriuscita dell'aria, si procederà a sottoporla a pressione a mezzo di una pompa a mano, salendo gradualmente di un'atmosfera al minuto primo fino a raggiungere la pressione di esercizio. Questa verrà mantenuta da 2 a 24 h, secondo prescrizione, per consentire l'assestamento dei

giunti e la eliminazione di eventuali perdite che non richiedano lo svuotamento della condotta.

Ad esito positivo di tale prova, si procederà a portare la tratta interessata alla pressione di prova. Quest'ultima sarà di 1,5 volte la pressione di esercizio, dovrà essere raggiunta con la gradualità sopra specificata e verrà mantenuta costante per una durata minima di 2 ore.

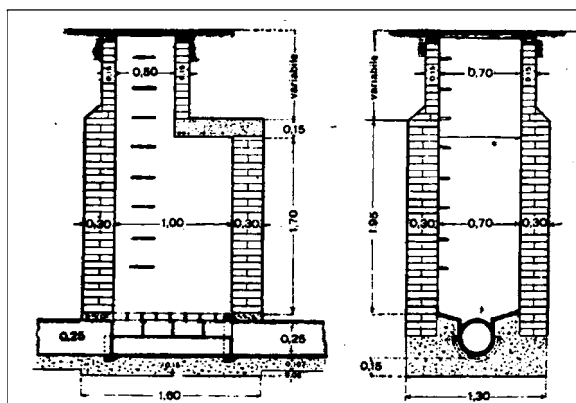
36.2 TUBAZIONI DI POLIETILENE

Saranno realizzate, salvo diversa prescrizione, con tubi di polietilene ad alta densità rispondenti ai requisiti di accettazione di cui al punto 56.3. del presente Capitolato. Le giunzioni potranno essere del *tipo a manicotto* (semplice o doppio), del *tipo a flange metalliche* e, infine, del *tipo a polifusione*.

Il giunto a flange metalliche verrà realizzato in maniera consimile al corrispondente giunto dei tubi in PVC con la differenza che le estremità dei tubi saranno sottoposte a cartellatura. Il giunto verrà impiegato per tubi di medio e grande diametro e per pressioni di un certo rilievo.

Il giunto per polifusione verrà eseguito scaldando con opportuna attrezzatura a maschio e femmina i due elementi da unire, a temperatura idonea (e prescritta dallo stabilimento produttore), portando quindi a rapido contatto tubo e bicchiere e lasciando infine raffreddare lentamente. L'esecuzione del giunto in opera sarà preceduta da prove di idoneità eseguite su campioni, prove i cui risultati dovranno fornire resistenze non inferiori a quelle dei tubi.

FIG. 23 - Pozzetto di ispezione in muratura di mattoni pieni. Tipo (300)



Art. 37 MANUFATTI PER IMPIANTI FOGNANTI

37.1. POZZETTI PER IMPIANTI FOGNANTI

37.1.1. Pozzetti di ispezione 300

Saranno di norma realizzati in muratura di mattoni pieni, sul tipo della Fig. 23, o in conglomerato cementizio dosato a 300 kg/m³ di cemento (armato o meno, secondo prescrizione) ed avranno in ogni caso sezione non inferiore a 0,70 x 1,00 m (con la maggiore dimensione in asse con la canalizzazione) e pareti di spessore non inferiore a 15 cm (se realizzati in opera).

I pozzetti di ispezione dovranno essere collocati in corrispondenza degli innesti, degli incroci, degli angoli e delle variazioni di pendenza; dovranno altresì essere collocati lungo l'asse delle canalizzazioni di modo che la reciproca distanza non risulti comunque superiore a 30 m ⁽³⁰¹⁾.

37.1.2. Pozzetti di salto

In presenza di pendenze naturali rilevanti (zone di montagna, collina e alta pianura) allo scopo di conservare nei condotti velocità inferiori al valore che determina l'erosione delle pareti, e comunque non superiori al valore di 2,50 m/sec, dovranno essere inseriti negli stessi dei "salti di fondo" ispezionabili, definiti anche "pozzetti di salto", che distruggano l'energia esuberante. Del pari gli stessi manufatti potranno essere realizzati ove occorresse posizionare gli sbocchi dei condotti ad una quota più elevata rispetto a quella del collettore principale.

Nella tecnologia corrente i pozzetti di salto potranno essere del tipo con canna obliqua a 45°, con canna verticale a 90° o con scivolo, quest'ultimo tipo dovendosi ritenere di norma indicato per diametri dei condotti superiori a 50 cm ed in generale per i condotti di tipo semiovoidale od ovoidale.

⁽³⁰⁰⁾ Il fondo a canale dei pozzetti di ispezione e di raccordo si rivestirà per le fogne nere, con tubi diritti a canale, giunti a canale e curve a canale di grès; le banchine piane si rivestiranno invece con semplici mattonelle di grès ceramico.

⁽³⁰¹⁾ La limitazione di 30 m nella distanza massima tra due pozzetti di ispezione è riferita più propriamente alle fogne di sezione medio-piccola, nelle quali di solito scorre una modesta portata. Per canali in cui fosse prevista una portata continua notevole, la distanza massima potrà anche essere maggiore e, ove non particolarmente stabilita in progetto, verrà fissata dalla Direzione Lavori.

Altezze di salto fino a 30 cm, e per i condotti minori fino a 50 cm, verranno comunque assorbite da normali pozzetti di ispezione. Si darà luogo invece alla realizzazione dei salti di fondo, nei tipi descritti o similari, per altezze da 0,50 a 2,00 m. Per altezze superiori potrà ricorrersi a scivoli successivi, a manufatti a scala, a pozzi di caduta (con o senza mensole frangigettoni) o ad altri tipi di manufatti conformemente alle prescrizioni di progetto e alle disposizioni della Direzione Lavori.

Il numero dei salti di fondo dovrà in ogni caso essere limitato. Ove il loro inserimento risultasse però indispensabile (sulla base di quanto in precedenza indicato), la distanza ottimale tra gli stessi dovrà essere determinata, oltre che per considerazioni tecniche di impianto, sulla base anche della minimizzazione dei costi complessivi.

37.1.3. Pozzetti di lavaggio

Potranno essere *di testa* o *intermedi* (a lavaggio laterale). I primi saranno posti all'inizio di ciascuna fogna nera elementare ed anche nelle fogne principali prive di affluenti nel tratto iniziale; i secondi lungo i percorsi delle fogne eccessivamente lunghe e di scarsa pendenza ⁽³⁰²⁾.

Nella forma più semplice i pozzetti saranno realizzati a doppia camera di cui la prima (di dimensioni non inferiori a 0,70 x 1,00 m) costituirà ispezione del condotto fognante (tratto iniziale o intermedio che sia) e la seconda costituirà vasca di raccolta dell'acqua di lavaggio e conterrà il dispositivo di sifonaggio automatico.

Entrambi le camere dovranno essere ispezionabili attraverso idonei chiusini ed accessibili mediante scalette a pioli con gradini in acciaio zincato. La vasca avrà una capacità utile non inferiore a 0,5 m³ e sarà rivestita con intonaco cementizio retinato, salvo diversa disposizione.

37.1.4. Pozzetti di scarico

Intesi come pozzetti di scarico delle acque stradali (caditoie) potranno essere, in rapporto alla installazione prescritta sia *a caduta verticale* che *a bocca di lupo*; entrambi nel tipo prefabbricato o realizzato in opera, con o senza sifone e con eventuale raccolta dei fanghi attuata a mezzo di appositi cestelli in lamiera di acciaio zincato e tramoggia di convogliamento.

I pozzetti prefabbricati saranno di norma realizzati con elementi in conglomerato cementizio vibrato, ad elevato dosaggio di cemento, armato con tondo di acciaio nervato ed avranno spessore delle pareti non inferiore a 4 cm. Per l'innesto dei tubi dovranno essere dotati, a seconda dei tipi, di uno o più diaframmi sulle pareti, del diametro di 20 ÷ 30 cm, tali comunque da non alterare la resistenza delle pareti stesse. I pozzetti realizzati in opera saranno di norma costruiti in conglomerato cementizio dosato a 300 kg/m³, idoneamente armato, ed avranno spessore delle pareti non inferiore ad 8 cm.

I pozzetti a caduta verticale avranno dimensioni interne non inferiori a 45 x 45 x 75 cm se privi di sifone e non inferiori a 45 x 60 x 75 cm se sifonati. Questi ultimi dovranno essere completi di setto di divisione (di spessore non inferiore a 3 cm) o di altro tipo idoneo di intercettore (preferibilmente in ghisa ed ispezionabile), di elemento in conglomerato cementizio armato per la copertura della camera sifonata e di griglia con telaio. I pozzetti a bocca di lupo avranno dimensioni minime trasversali uguali a quelle precedentemente riportate, altezza non inferiore a 90 cm, e dovranno essere completi degli elementi di cui in precedenza, dove però la griglia sarà sostituita da idoneo chiusino.

Tutti i pozzetti dovranno comunque poggiare sopra un massetto di conglomerato cementizio di spessore non inferiore a 10 cm.

Art. 38 OPERE DI PROTEZIONE DELLE SCARPATE – OPERE IN VERDE - CONSOLIDAMENTI

38.1. CANALETTE DI SCARICO DELLE ACQUE SUPERFICIALI

In sostituzione delle canalette in zolle erbose, la Direzione Lavori potrà ordinare la fornitura e posa in opera, lungo le scarpate, di canalette costituite da elementi prefabbricati, aventi di norma le misure di 50 x 50 x 20 cm, prodotti con macchinario a vibrocompressione, in conglomerato cementizio dosato a 300 kg/m³ di cemento, e stagionati almeno 28 giorni prima della posa in opera. Il peso dovrà risultare non inferiore a 35 kg.

Le canalette dovranno estendersi lungo tutta la scarpata, dalla banchina fino al fosso di guardia. Gli elementi saranno posti in opera iniziando dal basso verso l'alto e saranno posizionati in cassonetto sagomato, appositamente predisposto con scavo. Alla testata dell'elemento a quota inferiore, ove non esistesse un ancoraggio in muratura,

⁽³⁰²⁾ Dovrà comunque essere tenuto presente che l'effetto di una cacciata di acqua del sifone automatico non si risente oltre una distanza di 250 ÷ 300 m.

verranno infissi nel terreno due paletti di castagno; analoghi ancoraggi saranno predisposti lungo le scarpate ed in numero sufficiente ad impedire lo slittamento delle canalette.

La sommità delle canalette che si dipartono dal piano viabile dovrà essere raccordata alla pavimentazione mediante strato di conglomerato bituminoso ed agli arginelli mediante invito in conglomerato cementizio.

38.2. MANTELLATE DI RIVESTIMENTO

38.2.1. Mantellata in lastre

Sarà costituita mediante le lastre cementizie di cui al punto 53.2.3. del presente Capitolato, di dimensioni 25 x 50 x 5 cm, affiancate in modo da aversi giunti ricorrenti aperti verso l'alto per l'inserimento dell'armatura metallica.

L'armatura incorporata nelle lastre dovrà essere composta di barrette di ferro omogeneo, del diametro di 5 mm, disposte nei giunti longitudinali e trasversali ed annegate nella malta di sigillatura dei giunti stessi. L'armatura dovrà essere interrotta in corrispondenza dei giunti di dilatazione, da realizzarsi questi ultimi ogni 5,00 m, trasversalmente al rivestimento, e da sigillare con appropriato materiale bituminoso.

Il terreno di posa delle lastre dovrà essere accuratamente livellato e costipato.

38.2.2. Mantellata in grigliato articolato

Sarà composta di elementi componibili, prefabbricati in calcestruzzo vibrato, per le caratteristiche dei quali si rimanda al punto 53.2.4. del presente Capitolato.

La posa in opera sarà realizzata previa regolarizzazione della superficie di posa e con il successivo riempimento delle cavità della mantellata con terra vegetale.

38.3. LAVORI DI RIVESTIMENTO VEGETALE

La delimitazione delle aree da rivestire con manto vegetale sarà stabilita di volta in volta che le relative superfici saranno pronte per la sistemazione a verde. L'Appaltatore dovrà provvedere innanzi tutto a riprendere con terreno agrario le eventuali erosioni determinatesi, curando che non vengano modificati i piani inclinati degli scavi e dei rilevati, piani che, anche dopo il rivestimento del manto vegetale, dovranno risultare perfettamente regolari e con cigli ben profilati.

38.3.1. Lavorazione del terreno e concimazione

Prima di effettuare qualsiasi impianto o semina, l'Appaltatore dovrà eseguire un'accurata preparazione e lavorazione del terreno. Sulle scarpate di rilevato, questa avrà il carattere di vera e propria erpicatura, eseguita però superficialmente. Per le scarpate in scavo la lavorazione del terreno, a seconda della consistenza dei suoli, potrà limitarsi alla creazione di buchette per la messa a dimora di piantine o talee oppure alla creazione di piccoli solchetti e gradoncini, che consentano la messa a dimora di piante o la semina di miscugli.

In occasione del lavoro di erpicatura e prima dell'impianto delle talee, o delle piantine, o dell'impiantamento, l'Appaltatore effettuerà la concimazione di fondo, che sarà realizzata con la somministrazione di concimi minerali nei quantitativi di cui alla tabella accanto.

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
$R_t \geq R_{ck} - 3,5$	
$R_m \geq R_{ck} + 3,5$	$R_m \geq R_{ck} + 1,48s$
(N° prelievi 3)	(N° prelievi ≥ 5)

Oltre alla concimazione di fondo, l'Appaltatore dovrà effettuare le opportune concimazioni in copertura, impiegando concimi complessi, in modo che lo sviluppo della vegetazione e del manto di copertura risulti, ad ultimazione dei lavori ed alla data del collaudo, a densità uniforme e senza spazi vuoti o radure. La composizione delle concimazioni di fondo, in rapporto al pH dei terreni da trattare, sarà specificata dalla Direzione Lavori con ordine di servizio.

38.3.2. Piantamento

Per la piantagione delle talee o delle piantine l'Appaltatore sarà libero di effettuare l'operazione in qualsiasi periodo, entro il tempo previsto per l'ultimazione, che ritenga più opportuno per l'attecchimento, restando comunque a suo carico la sostituzione delle piantine che per qualsiasi ragione non avessero attecchito. La piantagione verrà effettuata a quiconce, a file parallele al ciglio della strada.

Le distanze per la messa a dimora, a seconda della specie delle piante, saranno le seguenti:

- *Piante a portamento erbaceo o strisciante*: 25 cm (Festuca glauca, Gazania splendens, Hedera helix, Hypericum calycium, Lonicera semper virens, Stachys lanata);
- *Piante a portamento arbustivo*: 50 cm (Crataegus pyracanta, Cytisus scoparius, Eucaliptus sp. pl., Mahonia aquifolium, Nerium oleander, Opuntia ficus indica, Pitosporum tobira, Rosmarinus officinalis, Spartium junceum).

Prima dell'inizio dei lavori d'impianto l'Appaltatore riceverà un ordine di servizio nel quale saranno indicate le varie specie da impiegare nelle singole zone. L'impianto delle piante erbacee potrà essere fatto con l'impiego di qualsiasi macchina o attrezzo. Per l'impianto delle specie a portamento arbustivo l'Appaltatore avrà invece cura di operare in ampie buche preventivamente preparate.

L'Appaltatore dovrà approntare a piè d'opera il materiale vivaistico perfettamente imballato, in modo da evitare fermentazioni o essiccamenti durante il trasporto. In ogni caso le piantine dovranno presentarsi, al momento dell'impianto, in stato di completa freschezza e vitalità.

38.3.3. Semine

Per particolari settori di scarpate stradali, determinati dalla Direzione a suo insindacabile giudizio, il rivestimento con manto vegetale potrà essere formato mediante semine di specie foraggere, in modo da costituire una copertura con le caratteristiche del prato polifita stabile.

Il quantitativo di seme da impiegarsi per ogni ettaro di superficie di scarpata sarà 120 kg; all'atto della semina l'Appaltatore dovrà effettuare la somministrazione dei concimi potassici o fosfatici nei quantitativi previsti; i concimi azotati dovranno invece venire somministrati a germinazione avvenuta.

I miscugli di sementi da impiegarsi nei vari tratti da inerbire risultano dalla Tab. 86. Il tipo di miscuglio da impiegare sarà stabilito dalla Direzione Lavori con ordine di servizio. L'Appaltatore sarà libero di effettuare le operazioni di semina in qualsiasi stagione, restando a suo carico le eventuali operazioni di risemina in caso di non perfetta germinazione.

TAB. 86 - Seminagioni di scarpate. Tipi di miscuglio

S P E C I E	Terreni calcarei sciolti	Terreni di medio impasto fertili	Terreni di medio impasto argillo-silicei-fertili	Terreni pesanti argillosi freschi	Terreni di medio impasto clima caldo-secco
	TIPO DI MISCUGLIO				
	1°	2°	3°	4°	5°
	chilogrammi/ettaro				
Lolium italicum	—	23	14	30	—
Lolium perenne	—	—	—	—	20
Arrhenatherum elatius	30	—	—	—	—
Dactylis glomerata	3	25	14	12	—
Trisetum flavescens	7	5	3	—	—
Festuca pratensis	—	—	28	20	—
Festuca rubra	10	7	9	6	—
Festuca ovina	—	—	—	—	6
Festuca heterophylla	—	—	—	—	9
Phleum pratense	—	7	7	12	—
Alopecurus pratensis	—	12	11	16	—
Cynosurus cristatus	—	—	—	—	3
Poa pratensis	3	23	18	4	2
Agrostis alba	—	6	4	4	—
Anthoxanthum odoratum	—	—	—	—	1
Bromus erectus	—	—	—	—	15
Bromus inermis	40	—	—	—	12
Trifolium pratense	8	5	6	4	—
Trifolium repens	—	7	4	—	—
Trifolium hybridum	—	—	—	6	—
Medicago lupulina	3	—	—	—	6
Onobrychis sativa	—	—	—	—	40
Anthyllis vulneraria	10	—	2	6	3
Lotus corniculatus	6	—	2	6	3
Totale kg.	120	120	120	120	120

La ricopertura del seme dovrà essere fatta mediante rastrelli a mano e con erpice a sacco. Dopo la semina, così come a germinazione avvenuta, il terreno dovrà essere battuto con il rovescio della pala.

38.3.4. Semine di miscugli preparatori su terreni destinati a talee

Nei tratti di scarpata con terreni di facile erodibilità la Direzione Lavori potrà ordinare, anche se fossero già stati effettuati o previsti impianti di talee e piantine, la seminagione di un particolare miscuglio da prato, con funzione preparatoria e miglioratrice del terreno e ad un tempo di rinsaldamento contro l'erosione delle acque. In questo caso le specie componenti il miscuglio e le rispettive quantità saranno le seguenti: Trifolium pratense 25 kg/ha; Trifolium hybridum 12 kg/ha; Trifolium repens 25 kg/ha; Medicago lupulina 12 kg/ha; Lotus corniculatus 26 kg/ha.

38.3.5. Semine mediante attrezzature a spruzzo

Le scarpate in rilevato o in scavo potranno venire sistemate mediante semine eseguite con particolari attrezzature a spruzzo e protezione con paglia, secondo le prescrizioni della Direzione. Il sistema potrà essere impiegato in tre modi differenti e precisamente:

a) - impiego di miscuglio come da prescrizione, concime granulato ed acqua;

b) - impiego di miscuglio come in a) ma con l'aggiunta di collanti come cellulosa, bentonite, torba, ecc.;

c) - impiego di miscuglio come in a) e successivo spandimento di paglia.

I quantitativi di concimi e di sementi saranno gli stessi previsti ai precedenti punti 86.3.1. e 86.3.3. con l'aggiunta per il caso b), di scarto di cellulosa e bentonite sufficiente per ottenere l'aderenza dei semi e del concime alle pendici delle scarpate. In particolari settori, se ordinato dalla Direzione, alla semina effettuata come in a) seguirà uno spandimento di paglia da effettuarsi con macchine che consentano anche la spruzzatura di emulsione bituminosa. La paglia sarà impiegata nel quantitativo di 5 t/ha mentre l'emulsione, con funzione di collante, sarà nel quantitativo di 1,2 t/ha.

38.3.6. Rivestimento in zolle erbose

Nel caso di rivestimento con zolle erbose di vecchio prato polifita stabile, le zolle saranno ritagliate in formelle di forma quadrata, di dimensioni medie di 25 x 25 cm, saranno disposti a file con giunti sfalsati tra file contigue, e dovranno risultare assestate perfettamente senza alcuna soluzione di continuità. Il piano di impostazione dovrà essere preventivamente e debitamente costipato e spianato secondo l'inclinazione delle scarpate.

Per scarpate di sviluppo superiore a 2,50 m, l'Appaltatore dovrà realizzare, ogni 2,00 m di sviluppo, delle strutture di ancoraggio a prevenzione di eventuali scivolamenti in fase di radicamento. Tali strutture avranno la forma di graticciate e saranno costruite con paletti di castagno, del diametro minimo di 4 cm, infissi saldamente nel terreno per una profondità di 40 cm e sporgenti dallo stesso per 10 cm, posti alla distanza di 25 cm ed intrecciati per la parte sporgente fuori terra con verghe di castagno, nocciolo, carpino, gelso, ecc., con esclusione del salice e del pioppo.

38.3.7. Serrette in fascine verdi

Dovranno essere formate con fascine di virgulti di salice, tamerice, pioppo e simili, con diametro di 25 mm e lunghezza di 1,00 m. I paletti di castagno senza corteccia, a testa piana nella parte superiore ed a punta conica in quella inferiore, avranno un diametro medio di 70 mm ed una lunghezza di 1,10 m.

Il fissaggio delle fascine ai paletti sarà eseguito con filo di ferro ricotto e zincato e cambrette zincate a punta tonda. Le serrette saranno formate disponendo le fascine in cordoli (le punte a monte), a piani sovrapposti e con rientranza di 20 cm per ogni cordolo, fissati mediante legatura in croce di filo di ferro in testa ai paletti e con rinverdimento di talee di salice, pioppo, tamerice, ecc. (15 talee/m²) da risarcire fino a completo attecchimento.

38.3.8. Graticci in fascine verdi

Saranno eseguiti impiegando gli stessi materiali delle serrette e mediante terrazzamento del terreno, per una larghezza terrazzata di 1,20 m, con pendenza contropoggio.

I paletti saranno infissi nel terreno per una profondità di 60 cm, alla reciproca distanza di 0,50 m, con legature in testa in croce di filo di ferro zincato fissato a mezzo di idonee cambrette; i cordoli di fascine, alti circa 50 cm fuori terra, saranno disposti con le punte verso monte.

Subito a monte, e nella massa di fascine miste a terra, dovrà ottenersi un ulteriore rinverdimento con talee di salice, ecc. da risarcire fino a completo attecchimento.

38.3.9. Vimate

Nei tratti di scarpate con terreno di natura argillosa o soggetto a facili smottamenti, l'Appaltatore dovrà effettuare l'impianto di talee di *Hedera helix* o di *Lonicera semper virens*, secondo le norme precedentemente previste e provvedendo inoltre ad effettuare l'impianto di graticciate verdi per temporaneo consolidamento. La graticciata risulterà formata da cordone unico, continuo, e risulterà inclinata rispetto all'orizzontale di circa 25° ÷ 30°; la distanza fra le cordonate sarà di 120 cm salvo diversa indicazione.

La graticciata in particolare sarà formata con i seguenti materiali:

- a) - *Paletti di castagno*: della lunghezza minima di 75 cm e con diametro in punta di 6 cm, verranno infissi nel terreno per 60 cm e disposti a 2,00 m di interasse.
- b) - *Paletti di salice*: della lunghezza minima di 45 cm e con diametro in punta di 4 cm, verranno infissi nel terreno per 30 cm e disposti a 0,50 m di interasse tra un paletto di castagno e l'altro.
- c) - *Talee di salice*: della lunghezza media di 40 cm e con diametro di 2 cm, verranno infisse nel terreno per 25 cm e disposte su due file, nel numero di 6 per ogni 50 cm di cordonata rispettivamente fra un paletto di castagno ed uno di salice, oppure fra due di salice, con distanza media, tra fila e fila, di 10 cm.
- d) - *Verghe di salice*: della lunghezza massima possibile e con diametro massimo di 2 cm alla base, verranno intrecciate tra le talee di salice ed i paletti di castagno e di salice, in modo da formare doppio graticcio con camera interna.

La graticciata verde sarà intrecciata in opera previo scavo di un solchetto di 10 x 10 cm lungo la cordona. L'intreccio dei rami di salice dovrà risultare di 25 cm di altezza, di cui 10 cm entro terra. L'Appaltatore dovrà quindi effettuare l'interramento a monte ed a valle del solchetto, comprimendo la terra secondo il piano di inclinazione della scarpata ed avendo cura di sistemare, nel contempo, la terra all'interno dei due intrecci.

Le viminate potranno anche essere costituite, se prescritto, da un solo intreccio. In tal caso i paletti di castagno saranno infissi con interasse di 1,00 m mentre l'altro materiale sarà sistemato ed intrecciato come nel caso delle viminate doppie.

38.3.10. Rimboschimento

Sarà realizzato nei tratti previsti in progetto o comunque prescritti dalla Direzione Lavori e verrà attuato con impiego di semenziali di specie forestali quali Robinia pseudoacacia, Ailanthus glandulosa, Ulmus campestris, Coryllus avellana, Sorbus sp. pl., ecc.

Le alberature dovranno essere effettuate in modo da non pregiudicare eventuali allargamenti della sede stradale. Dovranno essere eseguite previa preparazione di buche delle dimensioni minime di 80 x 80 cm, riempite di buona terra, se del caso drenate, ed opportunamente concimate. Le piante verranno affidate a robusti tutori ai quali saranno legate con raffia.

38.3.11. Cure colturali

Dal momento della consegna l'Appaltatore dovrà effettuare gli sfalci periodici dell'erba sulle aree da impiantare e sulle aree rivestite con zolle da prato. L'operazione dovrà essere ripetuta ogni qualvolta l'erba stessa dovesse raggiungere un'altezza di 35 cm.

Dopo eseguito l'impianto, e fino al collaudo definitivo delle opere, l'Appaltatore sarà tenuto ad effettuare tutte le cure colturali che di volta in volta si renderanno necessarie, come innaffiamenti (anche con trasporto di acqua), sostituzione di fallanze, potature, diserbi, sarchiature, concimazioni in copertura, sfalci, trattamenti antiparassitari, ecc., nel numero e con le modalità richiesti per ottenere le scarpate completamente rivestite dal manto vegetale.

38.3.12. Pulizia del piano viabile

Al termine di ogni operazione di impianto o manutentoria, il piano viabile dovrà risultare assolutamente sgombro da rifiuti, erbe, terra, ecc. Occorrendo si darà luogo pertanto a scopature, spazzolature e lavaggi, specie con particolare riguardo per la segnaletica orizzontale.

38.4. PROTEZIONE DELLE SCARPATE IN ROCCIA

Nei tratti ove le scarpate di scavo si presentano in roccia friabile, con piani di sfaldamento fortemente inclinati nello stesso senso del taglio della scarpata e pertanto con costante pericolo di caduta di sassi, la Direzione Lavori potrà ordinare che la parete in roccia venga ricoperta da rete metallica, debitamente ancorata, atta a trattenere la caduta di pietre.

La rete metallica, che dovrà avere le caratteristiche prescritte, sarà diligentemente tesa lungo la scarpata in modo che non formi sacche; essa verrà ancorata alla roccia mediante cambrette in filo di ferro zincato di 15 cm di lunghezza minima, affogate in cemento, in fori del tipo da mina scavati in senso ortogonale alla falda ed allestiti alla reciproca distanza di 1,00 m, secondo le linee di massima pendenza, e rispettivamente secondo l'altezza del rotolo di rete. L'Appaltatore avrà cura di allestire i fori, e quindi i punti di ancoraggio della rete, nei tratti di roccia che si presentino particolarmente compatti; in difetto si renderà responsabile di eventuali danni e sarà tenuto a ripristinare, con perfetta efficienza, i punti di ancoraggio che si rivelassero inefficienti.

Alla sommità della scarpata la rete dovrà risultare ancorata alla roccia, per tutta l'ampiezza, mediante cordolo in conglomerato cementizio a 250 kg/m³, gettato in opera, della sezione minima di 25 x 50 cm, previo denudamento della roccia dalle sostanze terrose o dai detriti di scavo. Nel caso di scarpate profilate a gradoni, i cordoli di ancoraggio potranno essere prescritti anche in corrispondenza di ciascun gradone (sul ciglio o nella parte interna); in questo caso la sezione minima sarà di 20 x 30 cm.

38.5. CONSOLIDAMENTO MEDIANTE MALTA DI CEMENTO SPRUZZATA

Tale consolidamento verrà eseguito procedendo, di norma, dall'alto verso il basso della scarpata. Questa dovrà essere conformata a gradoni le cui alzate saranno inclinate, rispetto alla verticale, di un angolo il cui valore verrà stabilito dalla Direzione Lavori all'atto esecutivo. I ripiani dei vari gradoni avranno una leggera inclinazione verso monte e sui gradoni stessi; al piede delle pareti subverticali; dovrà essere realizzata una scolina nella quale confluiranno le acque meteoriche.

Eseguito il gradonamento, si procederà alla stesa ed al fissaggio sulle pareti subverticali di una rete metallica a maglie esagonali (di norma della larghezza di 51 mm, composte di filo n. 4 a doppia torsione); il fissaggio avverrà a mezzo di staffe di ferro del diametro di 10 mm e di lunghezza non inferiore a 40 cm, preventivamente trattate con antiruggine e poste ad interasse non superiore a 50 cm. Durante la stesa l'Appaltatore dovrà provvedere a riquadrare la rete stessa sui lati ed in corrispondenza dei necessari giunti di dilatazione, a mezzo di tondino di ferro del diametro di 6 mm.

Successivamente, dopo un'accurata bagnatura, si procederà all'esecuzione del rivestimento con malta di cemento, dosata a 400 kg/m^3 , applicata a spruzzo ed eventualmente anche a mano, per uno spessore reso che in alcun punto dovrà essere inferiore a 3 cm.

38.6. CONSOLIDAMENTO DI TERRENI MEDIANTE INIEZIONI DI SOSTANZE COESIVE

Intervento che modifica le caratteristiche meccaniche (resistenza e deformabilità) e idrauliche (permeabilità) del terreno attraverso l'immissione a bassa pressione di adeguate miscele effettuata da tubi in acciaio, o vetroresina, o pvc valvolati e cementati in appositi fori di piccolo diametro, potrà essere attuato, qualora ordinato dalla Direzione Lavori, in zone che, per la loro particolare morfologia, natura e stato idrogeologico, richiedano iniezioni di determinate sostanze coesive allo scopo di conferire, alle masse interessate da lavorazioni di particolari opere, il necessario grado di stabilità.

In linea generale il consolidamento potrà essere effettuato mediante iniezioni di miscele acqua-cemento oppure acqua-cemento-bentonite; ovvero mediante iniezioni di sostanze chimiche che saranno stabilite dalla Direzione Lavori, dopo accurate prove di laboratorio, tenuto conto della granulometria, permeabilità, natura fisico-meccanica e chimica dei materiali da trattare.

I trattamenti potranno essere di *impregnazione* quando riempiono i vuoti esistenti nel terreno senza alterarne le dimensioni, oppure di *ricompressione*, in terreni a bassa permeabilità, sì da formare ramificazioni o bulbi concentrati con miscele non penetrabili nel mezzo.

Le iniezioni serviranno a conferire al terreno elevati valori di resistenza, oppure a renderlo impermeabile o per entrambi gli effetti. Saranno iniettabili, oltre alle grandi cavità:

- tutti i tipi di terreno alluvionale o detritico fino ad un certo limite inferiore di permeabilità (dalle ghiaie ai limi sabbiosi);
- le fessure nelle rocce (da carsiche a microfessurate).

Nel caso di preconsolidamento di scavi in galleria in terreni incoerenti, le iniezioni saranno proiettate in avanzamento a partire dal fronte con raggieri coniche di fori suborizzontali distribuite in modo da ottenere un arco di terreno trattato con un dato spessore minimo a partire dall'estradosso della costruenda calotta. In altri casi i fori del trattamento saranno radiali rispetto alla sezione di scavo ed eseguiti da un cunicolo di preavanzamento.

38.6.1. Tecnica

La tecnica di iniezione, definita la geometria del trattamento, consisterà nell'eseguire delle perforazioni a rotazione o a percussione (65 ÷ 130 mm) dove verranno inseriti dei tubi valvolati protetti da guaina e successivamente iniettati. Durante l'iniezione si verificherà la rottura della guaina ed il passaggio della miscela stabilita.

I parametri di regolazione del trattamento sono: volume della miscela in rapporto al volume di terreno da trattare; portata; pressione.

La pressione sopportabile dai tubi di iniezione sarà rapportata alle caratteristiche di resistenza dei materiali costituenti: pvc, vetroresina ed acciaio. I tubi in vetroresina avranno una resistenza minima allo scoppio di 100 bar; quelli in acciaio saranno del tipo 5235 senza saldatura longitudinale.

L'esecuzione di ogni trattamento di preconsolidamento o consolidamento con tubi valvolati sarà documentata mediante compilazione da parte dell'Appaltatore, in contraddittorio con la Direzione Lavori, di una apposita scheda con le seguenti registrazioni:

- 1) data di esecuzione ed ubicazione del campo di trattamento;
- 2) identificazione di ciascun tubo;
- 3) per ciascun tubo, numero d'ordine e posizione delle valvole di iniezione;
- 4) per ciascuna valvola, caratteristiche e composizione della miscela iniettata e valori dei seguenti parametri di iniezione assegnati in progetto:
 - volume massimo V_{\max} (litri);
 - portata $q = \text{cost}$ (litri/min);
 - eventuale pressione massima p_{\max} (bar);
- 5) sempre per ciascuna valvola e in relazione ai diversi tipi di comportamento del terreno, valori registrati in fase di

iniezione:

- pressione iniziale di rottura della valvola p_o (bar);
- pressione al termine dell'iniezione p_{fim} , p_{creach} , p_{rif} (bar);
- assorbimento di miscela v_{in} (litri);
- tempo di iniezione t (min).

Prima di dare inizio all'esecuzione sistematica dei trattamenti dovranno essere effettuati, a totale cura e spese dell'Appaltatore, i seguenti tipi di prove e controlli:

- determinazione delle caratteristiche geomeccaniche del terreno;
- messa a punto del sistema ed esecuzione di un campo prova.

Nel corso delle operazioni di iniezione l'Appaltatore dovrà prelevare, sempre a sua totale cura e spese, un campione della miscela di iniezione almeno ogni cinque tubi. Sul campione si determineranno: peso specifico mediante apposita bilancia; decantazione (bleeding) mediante buretta graduata del diametro di 30 mm⁽³⁰³⁾. Le modalità di prova dovranno essere conformi alle normative vigenti e alle preventive richieste della Direzione Lavori.

Art. 39 SEGNALETICA STRADALE

39.0. GENERALITÀ

Tutta la segnaletica stradale dovrà essere realizzata nel pieno rispetto del Regolamento di esecuzione del "Codice della Strada"⁽³⁰⁴⁾ ed inoltre delle norme particolari diffuse con il decreto ministeriale riportato al punto 58.5. del presente Capitolato. La Direzione Lavori potrà peraltro richiedere all'Appaltatore la redazione di un preventivo progetto grafico il quale, nei casi specificatamente previsti dalle norme (autostrade, strade di grande traffico), dovrà essere sottoposto all'esame ed all'approvazione del Ministero Infrastrutture e Trasporti.

I simboli dovranno essere sempre rigorosamente identici a quelli previsti dalle norme, salvo la diversità delle dimensioni a seconda del formato del segnale. Anche il proporzionamento tra simboli e zone di colore, tra iscrizioni e fondo circostante dovrà essere rigorosamente costante per tutti i segnali dello stesso tipo, per qualunque dimensione. Il progetto dei vari segnali dovrà pertanto essere condotto sul piano della perfetta similitudine ovvero, praticamente, per ingrandimento o trasporto fotografico dei disegni ufficiali.

L'Appaltatore dovrà garantire per la durata di almeno mesi dalla data del collaudo la buona conservazione della segnaletica verticale, tanto contro i difetti di costruzione quanto contro quelli di ogni singolo materiale costituente il segnale. Pertanto resteranno a suo carico la sostituzione ed il ripristino di tutti quei cartelli che abbiano ad alterarsi o deformarsi per cause naturali (temperatura, vento, acqua, ecc.), senza onere alcuno da parte dell'Amministrazione e dietro semplice richiesta scritta.

39.1. SEGNALETICA VERTICALE

Sarà costituita da cartelli triangolari di *pericolo* (lato 90 o 120 cm), da cartelli circolari di *prescrizione* (divieto ed obbligo, lato 60 o 90 cm) e da cartelli rettangolari o quadrati di *indicazione*. I cartelli saranno realizzati in lamiera di acciaio o in lamiera di alluminio (semicrudo, puro al 99 %) secondo prescrizione; nel primo caso avranno spessore non inferiore a 10/10 di mm (12/10 nel caso di dimensione minima libera superiore a 1,20 m), nel secondo caso avranno spessore non inferiore a 25/10 di mm (30/10 nel caso corrispondente).

Ogni segnale dovrà essere rinforzato lungo il suo perimetro con una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola oppure, secondo le dimensioni del cartello, mediante opportuni profilati saldati posteriormente. Qualora le dimensioni dei segnali dovessero superare la superficie di 1,25 m², i cartelli dovranno essere ulteriormente rinforzati con traverse di irrigidimento saldate secondo le mediane o le diagonali. Qualora poi i segnali fossero costituiti da due o più pannelli contigui, questi dovranno essere perfettamente accostati mediante angolari, in metallo resistente alla corrosione, opportunamente forati e muniti di un sufficiente numero di bulloni zincati.

⁽³⁰³⁾ Il peso specifico dovrà risultare pari ad almeno il 90% di quello teorico, calcolato assumendo 3 g/cm³ il peso specifico del cemento e 2,65 g/cm³ quello degli inerti, nell'ipotesi che non venga inclusa aria. Nelle prove di decantazione, l'acqua separata in 24 ore non dovrà superare il 3% in volume. Con il campione di miscela saranno altresì confezionati cubetti di 7 o 10 cm di lato, da sottoporre a prove di resistenza cubica a compressione.

⁽³⁰⁴⁾ In particolare v. il paragrafo 3 (artt. 77 ÷ 136) per ciò che concerne la segnaletica verticale ed il paragrafo 4 (artt. 137 ÷ 155) per quella orizzontale.

La lamiera di ferro dovrà essere prima decappata, quindi fosfatizzata mediante procedimento di bonderizzazione; la lamiera di alluminio dovrà essere resa scabra mediante carteggiatura, sgrassata a fondo, quindi sottoposta a procedimento di fosfocromatazione su tutte le superfici. Il materiale grezzo dopo aver subito detti processi di preparazione dovrà essere verniciato a fuoco con opportuni prodotti. Il retro e la sciolatura dei cartelli verrà finito in colore grigio neutro

La pellicola retroriflettente, avente le caratteristiche di cui al punto 58.6. del presente Capitolato, dovrà costituire, nel caso della segnaletica di pericolo e di prescrizione, un rivestimento senza soluzione di continuità di tutta la faccia utile del cartello, nome convenzionale "a pezzo unico" ⁽³⁰⁵⁾; nel caso invece della segnaletica di indicazione, la pellicola potrà venire applicata a più strati in sovrapposizione, ma comunque tutta la superficie dovrà essere riflettorizzata (sia per ciò che concerne il fondo del cartello che i bordi, i simboli e le iscrizioni). In ogni caso quando i segnali di indicazione, e in particolare le frecce di direzione, fossero di tipo perfettamente identico ed in numero tale da giustificare in senso economico l'attrezzatura per la stampa, essi potranno venire richiesti nel tipo "a pezzo unico".

Le pellicole retroriflettenti termoadesive dovranno essere applicate sui supporti metallici mediante apposita apparecchiatura che sfrutti l'azione combinata della depressione e del calore e comunque l'applicazione dovrà essere eseguita a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni della Ditta produttrice delle pellicole. Queste ultime potranno essere richieste anche nel tipo "ad alta risposta luminosa" ⁽³⁰⁶⁾.

Ad evitare forature, tutti i segnali dovranno essere forniti di attacco standard (adatto a sostegni in ferro tubolari Ø 48 o 60 o Ø 90) composto da staffe a corsoio della lunghezza utile di 12 cm saldate al segnale, da controstaffe in acciaio zincato di spessore non inferiore a 3 mm nonché da bulloni zincati e relativi dadi. I sostegni saranno trattati previa fosfatizzazione del grezzo, con vernici di fondo antiruggine e strato di finitura termoidurente di colore grigio neutro.

La posa dei sostegni sulle banchine dovrà essere effettuata annegando il piede degli stessi in blocchi di calcestruzzo a 300 kg/m³ di cemento, blocchi le cui dimensioni dovranno essere proporzionate agli sforzi da sopportare in rapporto alle dimensioni dei pannelli segnaletici e che comunque non dovranno essere mai inferiori a 30 x 30 x 60 cm. L'altezza di posa dei segnali dovrà essere compresa tra 1,60 ÷ 2,00 m, misurati tra il bordo inferiore dei cartelli ed il piano stradale; ove comunque speciali motivi di visibilità non dovessero consigliare altrimenti, tale altezza dovrà essere di 1,80 m.

39.2. SEGNALETICA ORIZZONTALE

Dovrà essere eseguita preferibilmente con compressori a spruzzo, nella misura di 1,00 kg di vernice per ogni 1,20 m² di superficie. La segnaletica dovrà presentare densità superficiale uniforme, sagome a bordi netti e senza sbavature, andamento geometrico perfettamente regolare.

Il prezzo della posa comprenderà, oltre al tracciamento, le vernici e la mano d'opera, anche il materiale, il personale ed i dispositivi di protezione e di segnalazione necessari per l'esecuzione dei lavori, anche in presenza di traffico, ed ogni onere relativo alla eventuale deviazione o regolazione dello stesso.

39.3. PARACARRI – INDICATORI CHILOMETRICI – TERMINI DI CONFINE

Saranno della forma e delle dimensioni indicate nei tipi allegati al contratto, o specificate nell'Elenco Prezzi, e saranno posti in opera secondo le particolari disposizioni della Direzione Lavori.

La scelta dei colori è demandata al criterio insindacabile della Direzione Lavori. L'Appaltatore avrà l'obbligo di eseguire, nei luoghi e con le modalità che gli saranno prescritte, ed ancor prima di iniziare i lavori, i campioni delle varie finiture, sia per la scelta delle tinte che per il genere di esecuzione, e ripeterli eventualmente con le varianti richieste sino ad ottenere l'approvazione della stessa Direzione.

Le successive passate (mani) di pitture, vernici e smalti dovranno essere di tonalità diverse in modo che sia possibile, in qualunque momento, controllarne il numero. Lo spessore delle varie mani dovrà risultare conforme a quanto particolarmente prescritto; tale spessore verrà attentamente controllato dalla Direzione Lavori con idonei strumenti ⁽³⁰⁷⁾ e ciò sia nello strato umido che in quello secco. I controlli, ed i relativi risultati, verranno verbalizzati in

⁽³⁰⁵⁾ Con questa denominazione si intende definire un pezzo intero di pellicola, sagomato secondo la forma del segnale, stampato mediante metodo serigrafico con speciali paste trasparenti per le parti colorate e nere opache per i simboli, ed infine protetto interamente da apposito trasparente di finitura che garantisce l'inalterabilità della stampa.

⁽³⁰⁶⁾ L'impiego di tali pellicole è obbligatorio nei segnali di precedenza, di divieto di sorpasso nonché per quelli di preavviso e di direzione (v. art. 79 R.E.C.S.).

⁽³⁰⁷⁾ Calibri Rossmann per la misura degli strati umidi e secchi (su metalli non ferrosi, legno, intonaci, conglomerati e simili) ed elcometri "Pull-off" o a variazione di flusso magnetico per la misura degli strati secchi su metalli ferrosi.

contraddittorio.

Le successive mani di pitture, vernici e smalti dovranno essere applicate, ove non sia prescritto un maggiore intervallo, a distanza non inferiore a 24 ore e sempreché la mano precedente risulti perfettamente essiccata ⁽³⁰⁸⁾. Qualora per motivi di ordine diverso e comunque in linea eccezionale l'intervallo dovesse prolungarsi oltre i tempi previsti, si dovrà procedere, prima di riprendere il trattamento di verniciatura, ad una accurata pulizia delle superfici interessate.

⁽³⁰⁸⁾ L'ultima notazione non ha carattere generale; per alcuni prodotti ed in particolare per quelli catalizzati bicomponenti a solvente, tra una mano e l'altra bisognerà non oltrepassare il limite di tempo fissato dal produttore (di norma 48 ore). Nel caso che tra la mano di fondo e quelle di finitura fosse necessario interrompere il ciclo, la pittura di fondo dovrà essere del tipo monocomponente.

CAPO 3 - MODO DI ESECUZIONE DELLE CATEGORIE DI LAVORO
OPERE DI SOVRASTRUTTURA STRADALE PAVIMENTAZIONI DIVERSE

Art. 40 STRATI DI FONDAZIONE

40.1. FONDAZIONI IN PIETRAMME

Le fondazioni in pietrame, dello spessore prescritto (non inferiore comunque a 25 cm nel caso di strade carrabili), saranno costituite con pietre (scapoli) di cava o provenienti dagli scavi, di qualità compatta, resistenti, non suscettibili all'azione dell'acqua, e di forma troncopiramidale (eccezionalmente con ciotoloni di fiume spaccati). Esse verranno collocate nel cassonetto, ricavato nella piattaforma stradale a profondità adeguata e con fondo rullato parallelo alla sagoma stradale prescritta, e saranno opportunamente saturate.

Qualora per la natura del terreno di sottofondo (argilla) o per le condizioni igrometriche possa temersi un anormale affondamento del materiale di fondazione, occorrerà stendere preventivamente un letto di sabbia, o comunque di materiale inerte di adatta pezzatura e di adeguato spessore (non minore di 10 cm), che verrà pagato a parte.

Le fondazioni saranno eseguite a mano, costruendo preliminarmente tre guide longitudinali (due nel caso di carreggiata di larghezza inferiore o uguale a 4 metri), una per lato della carreggiata ed una centrale, e guide trasversali a distanza di circa 10,00 m l'una dall'altra, in modo da determinare con sicurezza i piani e le livellette dell'intero strato.

Dette guide saranno eseguite con pietre scelte e di maggiori dimensioni e formeranno dei riquadri da riempire con scapoli di pietrame, assestati a mano con la faccia più larga in basso, bene accostati tra loro e con gli interstizi serrati a forza mediante scaglie (inzeppatura a martello) onde ridurre i vuoti al minimo. Eseguito tale lavoro si procederà alla saturazione impiegando materiale litico minuto, ovvero materiale arido e sabbione, e cilindrando fino a chiusura, se ordinato, con rullo da 16 ÷ 18 tonnellate; tali oneri si intendono inclusi nel prezzo della fondazione.

A lavoro ultimato anche la superficie delle fondazioni dovrà avere sagoma trasversale parallela a quella che in definitiva si dovrà dare alla superficie delle carreggiate.

40.2. FONDAZIONI IN TERRA STABILIZZATA ⁽³²⁶⁾ O MISTO GRANULARE ⁽³²⁷⁾

40.2.1. Costituzione – Caratteristiche dei materiali

Le fondazioni in terra stabilizzata o misto granulare saranno di norma costituite da una miscela di materiali granulari, stabilizzata meccanicamente.

L'aggregato potrà essere sostituito da ghiaie, detriti di cava o

TAB. 98 - Terra stabilizzata per strati di fondazione. Requisiti granulometrici (329)

CRIVELLI E SETACCI		MISCELA
UNI	mm	Passante totale in peso %
Crivello	2334 71	100
"	" 30	70 ÷ 100
"	" 10	30 ÷ 70
"	" 5	25 ÷ 55
Setaccio	2332 2	15 ÷ 40
"	" 0,4	8 ÷ 25
"	" 0,075	2 ÷ 15

⁽³²⁶⁾ Per terra stabilizzata si intende in generale una terra dotata di buone caratteristiche di portanza nonché di insensibilità all'acqua ed al gelo. Più in particolare v. il punto 3, Parte II, del B.U: CNR n. 169/94 (Norme Tecniche), che contempla anche il tipo di terra o misto granulare "migliorato", ritenendosi per migliorata l'impiego di modesti quantitativi di legante.

Per stabilizzazione di una terra si intende poi ogni procedimento che intenda migliorarne le proprietà meccaniche, sia al fine di aumentarne la portanza, che di conferire ad essa opportune caratteristiche (maggiore coesione ed attrito interno, insensibilità all'azione dell'acqua e del gelo, ecc.). V. anche la nota che segue.

⁽³²⁷⁾ V. il B.U. CNR n. 139/1992 "Norme sugli aggregati" che così definisce:

* Misto granulare naturale - tout venant: miscela di varie frazioni di un aggregato reperibile in natura e di provenienza diversa con caratteristiche tali da essere idonea all'impiego senza richiedere alcuna correzione o aggiunta.

* Misto granulare corretto granulometricamente: misto granulare corretto con l'aggiunta e la sottrazione di determinate frazioni granulometriche per migliorarne le proprietà fisico-meccaniche; la correzione potrà avvenire con materiale naturale o proveniente da frantumazione.

* Misto granulare di frantumazione: misto granulare avente una porzione di aggregato frantumato maggiore del 40%.

* Misto stabilizzato: misto granulare trattato con aggiunta di legante onde migliorarne le proprietà fisiche e meccaniche, anche in presenza di acqua e gelo.

di frantoio, scorie, materiale reperito in sito (*stabilizzazione non corretta*) oppure da miscela di materiali di diversa provenienza, in proporzioni stabilite con indagini preliminari di laboratorio e di cantiere (*stabilizzazione corretta granulometricamente*), e tali comunque da rientrare nella curva granulometrica di cui alla Tab. 98 ⁽³²⁸⁾. L'aggregato inoltre dovrà rispondere alle seguenti caratteristiche:

- a) - Essere privo di elementi di forma appiattita, allungata o lenticolare.
- b) - Essere costituito, per almeno il 20% in massa, di frantumato a spigoli vivi.
- c) - Avere un rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore o uguale a 2/3.
- d) - Avere una resistenza alla frammentazione, determinata con la prova "Los Angeles" (norma UNI EN 1097-2) sulla frazione di granulometria 10 ÷ 14 mm, non superiore al 30% per traffico pesante (categoria LA 30 UNI EN 13242) ed al 40% (categoria LA 40) per traffico medio-leggero.
- e) - Avere un coefficiente di frantumazione sull'aggregato passante al crivello 3/8" e trattamento dallo staccio n. 4 della serie Tyler da 4,7 mm (norme CNR, fasc. 4/1953) non superiore a 200.
- f) - Avere un indice di plasticità (IP) non superiore a 6, un limite liquido (LL) non superiore a 25 (per traffico pesante) ed a 35 (per traffico medio-leggero), un limite di plasticità (LP) rispettivamente non inferiore a 19 e 29 ed un limite di ritiro (LR) superiore all'umidità ottima di costipamento (indice e limiti determinati sulla frazione passante allo staccio 0,4 UNI 2332).
- g) - Avere un indice di portanza C.B.R. (norma ASTM D 1883-61 T o CNR-UNI 10009) dopo 4 giorni di imbibizione in acqua, non minore di 50. (La prova dovrà essere eseguita sulla frazione passante al crivello 25 UNI 2334. È peraltro prescritto che tale condizione dovrà essere verificata per un intervallo di umidità di costipamento non inferiore al 4%).

Ove le miscele contengano oltre il 60% in massa di elementi frantumato a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate in a), b), d), e).

L'Appaltatore indicherà pertanto alla Direzione Lavori i materiali che ritiene più idonei al previsto impiego sia per i componenti che per la granulometria, e li sottoporrà a tutte le prove di laboratorio richieste, a propria cura e spese. Avuto l'esito delle prove, la Direzione autorizzerà o meno l'impiego di tali materiali o ne disporrà le opportune correzioni.

TAB. 99 - Strati di fondazione. Requisiti di accettazione degli aggregati - Specifiche particolari in rapporto al tipo di misto e di traffico (da B.U. CNR n. 139/92)

DETERMINAZIONE			SIMBOLO	NORMA DI RIFERIMENTO			TRAFFICO (330)			
							PP	P	M	L
FRAZIONE > 4 mm	TIPO 1 (***)	Coeff. Los Angeles Dimens. max. Sens. al gelo (*)	LA Dmax. G	CNR 34/73 CNR 23/71 CNR 80/80	% mm %	≤ ≤ ≤	30 63 30	30 63 30	40 63 30	40 63 30
	TIPO 2 (****)	Coeff. Los Angeles Dimens. max. Sens. al gelo (*)	LA Dmax. G	CNR 34/73 CNR 23/71 CNR 80/80	% mm %	≤ ≤ ≤	(**) 63 (**)	(**) 63 (**)	50 63 30	50 63 30
FRAZIONE ≤ 4 mm		Ind. Plasticità	IP	CNR-UNI 10014	%	≤	NP	NP	NP	6
		Limite Liquido	WL o LL	CNR-UNI 10014	%	≤	25	25	35	35
		Equiv. in Sabbia	ES	CNR 27/72	%	≥	40	40	40	40
		Passante al setaccio 0,075 mm	-	CNR 75/80	%	≤	6	6	6	6
* In zone considerate soggette a gelo ** Di norma non idoneo, salvo studio particolare *** Misti in cui l'aggregato grosso e medio è costituito da elementi duri e tenaci **** Misti costituiti da elementi teneri e frantumabili per costipamento										

40.2.2. Modalità di esecuzione

Preventivamente alla stesa dei materiali il piano di posa delle fondazioni (sottofondo) dovrà essere opportunamente preparato, e questo sia in rapporto alle quote ed alle sagome prescritte, sia in rapporto ai requisiti di

⁽³²⁸⁾ Questo ove non diversamente prescritto in Elenco o dalla Direzione dei lavori che potrà fare anche riferimento alle miscele designate "0/63" o "0/80" nel prospetto 5 della norma UNI EN 13285 (in correlazione alla classificazione granulometrica generale di cui al prospetto 6 della stessa norma e con riferimento ad una delle categorie "G" riportate nello stesso prospetto per miscele classificate normale, per miscele aperte o per altre miscele).

⁽³²⁹⁾ I crivelli UNI 2334 possono essere riferiti agli stacci delle norme UNI EN di prodotto (nel caso, UNI EN 13242) o agli ulteriori stacci della norma UNI EN 933-2, punto 5, tenendo presente che il rapporto tra il diametro di apertura del crivello ed il lato di maglia dello staccio è di 1,25. Ad es. il crivello di 71 mm equivale ad uno staccio di 56,8 mm.

⁽³³⁰⁾ Traffico molto pesante (PP): maggiore di 3000 autoveicoli commerciali (peso totale a terra maggiore o uguale a 3 tonnellate) al giorno per senso di marcia. Traffico pesante (P): da 1100 a 3000 veicoli commerciali c.s. Traffico medio (M): da 450 a 1100 veicoli commerciali c.s. Traffico leggero (L): minore di 450 autoveicoli commerciali c.s.

portanza (che saranno assicurati con le modalità prescritte all'art. 65). Si richiama la norma, comunque, che la densità dello strato di sottofondo preparato, di spessore non inferiore a 30 cm, dovrà essere spinta fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco di non meno del 95% del massimo ottenuto in laboratorio con la prova AASHO modificata. Sulla superficie così preparata verrà steso il materiale, in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm, uniformemente miscelato con idonee attrezzature. Ove necessitasse l'aggiunta di acqua, per il raggiungimento dell'umidità prescritta o per compensare la naturale evaporizzazione, l'operazione sarà effettuata mediante appositi dispositivi spruzzatori.

Si darà inizio ai lavori soltanto quando le condizioni ambientali (umidità, pioggia, neve, gelo) non fossero tali da produrre danni o detrimenti alla qualità dello strato stabilizzato. Per temperature inferiori a 3 °C la costruzione verrà sospesa.

Il costipamento sarà effettuato con l'attrezzatura più idonea al tipo di materiale impiegato (rulli a piede di montone, carrelli pigiatori gommati, rulli vibratorii, rulli compressori) e comunque approvata dalla Direzione Lavori. Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito fino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95 ÷ 100% della densità massima ottenuta con la prova AASHO modificata ⁽³³¹⁾. Inoltre dovrà ottenersi che il valore del modulo di compressione "M_e" misurato su piastra di 30 cm con il metodo di cui al punto 62.1.1. (nell'intervallo compreso fra 0,25 e 0,35 N/mm²), non risulti inferiore a 80 N/mm²).

La superficie di ciascuno strato dovrà essere rifinita secondo le inclinazioni, le livellette e le curvature previste dal progetto; dovrà risultare liscia, regolare, esente da buche ed al controllo con regolo da m 4,50, in due direzioni ortogonali, non dovrà presentare spostamenti dalla sagoma eccedenti la misura di 1 cm.

Sullo strato di fondazione, a compattazione effettuata, sarà buona norma procedere con immediatezza all'esecuzione della pavimentazione. Se ciò non sarà possibile, si dovrà provvedere alla protezione della superficie con una mano di emulsione bituminosa saturata con graniglia.

Resta in ogni caso stabilito che l'accettazione da parte della Direzione Lavori dei materiali, delle miscele e delle modalità di impiego non solleva l'Appaltatore dalla responsabilità della perfetta riuscita della pavimentazione, restando eventualmente a suo esclusivo carico ogni intervento necessario per modifiche e correzioni e, dovesse occorrere, per il completo rifacimento della fondazione.

Art. 41 STRATI DI BASE

41.1. STRATI DI BASE IN MASSICCIATA DI PIETRISCO

41.1.1. Generalità

La massicciata di pietrisco, tanto se debba svolgere la funzione di diretta pavimentazione, quanto se debba servire a sostegno di ulteriori strati con trattamenti protetti, sarà di norma eseguita con pietrisco o ghiaia aventi le dimensioni appropriate al tipo di carreggiata da formare, indicate in via di massima nel precedente art. 42 o dimensioni convenientemente assortite, secondo quanto disposto dalla Direzione Lavori o specificato nell'Elenco Prezzi.

Il pietrisco ⁽³³²⁾ sarà ottenuto con spezzatura a mano o meccanica, curando in questo caso di adoperare tipi di frantoi che spezzino il pietrame o i ciottoloni di elevata durezza in modo che i singoli pezzi di pietrisco risultino sani,

⁽³³¹⁾ 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di 25 mm, la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:

$$d_r = \frac{d_i P_c (100 - x)}{100 P_c - x d_i} \quad \text{dove:}$$

d_r = densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 25 mm, da paragonare a quella AASHO modificata determinata in laboratorio;

d_i = densità della miscela intera;

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

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

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

⁽³³²⁾ Per le definizioni di pietrisco, pietrischetto, graniglia, ecc. v. il B.U. CNR n. 139/1992.

esenti da frattura, e di forma non allungata od appiattita. La Direzione si riserva comunque la facoltà di fare allontanare dalla sede stradale, a tutte spese e rischio dell'Appaltatore, il materiale di qualità scadente ⁽³³³⁾ come pure tutti gli altri materiali e prodotti che saranno ritenuti non idonei.

Il pietrisco, preventivamente ammannito in cumuli di forma geometrica o in cataste pure geometriche sui bordi della strada o in adatte località adiacenti, ai fini della misurazione, verrà sparso e regolarizzato in modo che la superficie della massiciata, ad opera finita, abbia in sezione trasversale il profilo indicato in progetto o diversamente specificato nel presente Capitolato.

41.1.2. Cilindratura

La cilindratura delle massicciate si eseguirà di norma, salvo diversa prescrizione, con rullo compressore a motore del peso non minore di 14 tonnellate. Il rullo, nella sua marcia di funzionamento, manterrà una velocità oraria uniforme e di valore non superiore a 2,5 km/h. Il lavoro di compressione, o cilindratura, dovrà essere iniziato dai margini della strada e gradatamente proseguito verso la zona centrale.

Il rullo dovrà essere condotto in modo che, nel cilindrare una nuova zona, ripassi sopra una striscia di almeno 20 cm di larghezza della zona precedente e che, nel cilindrare la prima zona marginale, venga a comprimere anche una zona di banchina di pari larghezza.

Non si dovranno cilindrare o comprimere contemporaneamente strati di pietrisco o di ghiaia di spessore superiore a 15 cm, misurati in frasca. Ove dovessero ricorrere tali casi, la cilindratura sarà effettuata in due fasi, separatamente e successivamente per ciascuno strato (o frazione) di 15 cm, misurato come prima.

La cilindratura potrà essere ordinata dalla Direzione Lavori nelle tre seguenti modalità: a) - Cilindratura di tipo chiuso; b) - Cilindratura di tipo semiaperto; c) - Cilindratura di tipo aperto.

Qualunque sia comunque il tipo di cilindratura prescritto, questa dovrà essere eseguita in modo che la massiciata, ad opera finita e nei limiti resi possibili dal tipo cui appartiene la cilindratura stessa, risulti rullata a fondo, in modo che gli elementi che la compongono acquistino lo stato di massimo addensamento.

La cilindratura di tipo chiuso ⁽³³⁴⁾ dovrà essere eseguita con uso di acqua, in modo limitato per evitare ristagni o rammollimenti del sottostante terreno e conseguenti refluenti, e con impiego durante la cilindratura di materiale di saturazione, comunemente detto aggregante, costituito da sabbione pulito, scevro da materie terrose e con buon potere legante, o da detrito dello stesso pietrisco, purché idoneo. Detto materiale col sussidio dell'acqua e con la cilindratura prolungata a fondo, dovrà riempire completamente, o almeno più che sia possibile, i vuoti che anche nello stato di massimo addensamento restano tra gli elementi del pietrisco stesso. La cilindratura sarà protratta fino a completo costipamento, col numero di passaggi occorrenti in relazione alla qualità e durezza del materiale prescritto per la massiciata ed in ogni caso mai inferiore a 120 passate.

La cilindratura di tipo semiaperto ⁽³³⁵⁾ dovrà essere eseguita con l'eliminazione pressoché completa dell'acqua, limitando l'uso della stessa ad un preliminare inaffiamento del pietrisco prima dello spandimento ed a qualche leggerissimo inaffiamento in sede di cilindratura e ciò là dove si verificasse qualche difficoltà per ottenere l'assestamento voluto. Il materiale di saturazione da impiegare dovrà essere della stessa natura, essenzialmente arida e preferibilmente silicea, nonché almeno della stessa durezza del materiale prescritto ed impiegato per la massiciata da proteggere con i trattamenti superficiali e rivestimenti suddetti. Si potrà anche impiegare materiale detritico ben pulito proveniente dallo stesso pietrisco formante la massiciata oppure graniglia e pietrischetto dello stesso materiale.

L'impiego dovrà essere regolato in modo che la saturazione dei vuoti resti limitata della parte inferiore della massiciata o rimangano nella parte superiore, per un'altezza di alcuni centimetri, i vuoti naturali risultanti dopo completata la cilindratura. Questa sarà eseguita col numero di passate che risulterà necessario per ottenere il più perfetto costipamento in relazione alla quantità e durezza del materiale di massiciata impiegato, ed in ogni caso con numero non minore di 80 passate.

⁽³³³⁾ In rapporto all'impiego, è da tener presente che buoni pietrischi si ottengono dai calcari e dalle dolomie. I graniti, le sieniti, le dioriti, ecc. danno pietrischi molto duri ma con scarso potere legante, perciò conducono a massicciate che stentano a consolidarsi.

⁽³³⁴⁾ Le cilindrate di tipo chiuso debbono riservarsi unicamente per le massicciate a macadam con cilindratura a fondo; per quelle da proteggere con rivestimenti per i quali non sia strettamente necessaria una preliminare bitumatura in superficie per favorire l'aderenza ed infine in generale dove lo strato di pietrisco serve per conguagliare il piano di posa di pavimentazioni in cemento, in conglomerato bituminoso, in porfido, ecc.

⁽³³⁵⁾ Il tipo di cilindratura semiaperto è quello da eseguire per le massicciate che si debbono proteggere con applicazioni di una mano (di impianto) di bitume o catrame a caldo od a freddo, o per creare una superficie aderente a successivi rivestimenti (trattamento in semipenetrazione).

La cilindratura di tipo aperto dovrà essere eseguita completamente a secco e senza impiego di sorta di materiali saturanti vuoti.

41.2. STRATI DI BASE IN MISTO GRANULARE

Saranno composti con miscele di ghiaia (pietrisco), sabbia ed argilla o con materiale "tout venant" la cui composizione granulometrica dovrà rientrare nei limiti fissati nella tabella Tab. 100, salvo diversa prescrizione.

Per i misti granulari da impiegare negli strati di base valgono in generale le stesse prescrizioni relative ai misti di fondazione (v. punto 92.2.), con le seguenti differenze:

- Il limite di liquidità (LL) non dovrà essere superiore a 25; l'indice di plasticità (IP) dovrà essere compreso fra 4 e 9.
- L'aggregato grosso dovrà essere costituito di elementi non friabili aventi un coefficiente Deval non inferiore a 10 (ove per le dimensioni del materiale non fosse possibile eseguire la prova Deval, si eseguirà la determinazione del coefficiente di frantumazione, che dovrà risultare non maggiore di 160).
- L'indice di portanza C.B.R. non dovrà essere inferiore ad 80; inoltre durante le prove di immersione in acqua non si dovranno avere rigonfiamenti superiori allo 0,5%.

Il costipamento avverrà fino ad ottenere una densità in posto non inferiore al 100% di quella ottenuta con la prova AASHO modificata ed un modulo di compressione "M_e", misurato con piastra di 30 cm (nell'intervallo compreso fra 0,35 e 0,45 N/mm²), non inferiore a 100 N/mm².

A lavoro ultimato la superficie degli strati non dovrà discostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, da controllarsi come indicato al precedente punto 92.2.2.

TAB. 101 - Strati di base. Requisiti di accettazione degli aggregati - Specifiche particolari in rapporto al tipo di traffico (da B.U. CNR n. 139/92)

DETERMINAZIONE		SIMBOLO	NORMA DI RIFERIMENTO			TRAFFICO			
						PP	P	M	L
FRAZIONE > 4 mm	Contenuto di: - Rocce tenere, alterate o scistose - Rocce degradabili	- -	CNR 104/84 CNR 104/84	% %	≤ ≤			1 assenti	1
	Coeff. Los Angeles	LA	CNR 34/73	%	≤	(*)		30	30
	Micro Deval Urida	MDU	CNR 109/85	%	≤		20	25	
	Quantità di frantumato	-	-	%	≤		100	70	
Sens. al gelo (**)	G	CNR 80/80	%	≤	30		30		
FRAZIONE ≤ 4 mm	Ind. Plasticità	IP	CNR-UNI 10014	%	≤			NP	NP
	Limite Liquido	WL o LL	CNR-UNI 10014	%	≤			25	25
	Passante al setaccio 0,075 mm	-	CNR 75/80	%	≤			6	6
	Equiv. in Sabbia	ES	CNR 27/72	%	≤			50	50

* Di norma non idoneo, salvo studio particolare ** In zone considerate soggette a gelo

41.3. STRATI DI BASE IN MISTO CEMENTATO (GRAVE CEMENT)

41.3.1. Costituzione – Caratteristiche delle miscele

Gli strati in misto cementato, sia che venissero impiegati come strati di base, sia che venissero usati come strati di fondazione (o anche di sottobase), saranno costituiti da un misto granulare di ghiaia (o pietrisco) e sabbia o da materiali e terre provenienti da cave, fiumi o frantoi, mescolati con acqua e cemento in appositi impianti (più raramente in opera e limitatamente alle terre stabilizzate a cemento per gli strati di fondazione) e rispondenti alle caratteristiche di cui alla Tab. 102 (v. anche il relativo fuso di cui alla Fig. 24). Per tali materiali inoltre⁽³³⁶⁾:

TAB. 102 - Misti stabilizzati a cemento. Requisiti granulometrici (337)

CRIVELLI E SETACCI		MISCELA	
Crivello	2334	40	100
"	"	25	65 ÷ 100
"	"	15	45 ÷ 70
"	"	10	35 ÷ 60
"	"	5	23 ÷ 45
Setaccio	2332	2	15 ÷ 30
"	"	0,4	6 ÷ 15
"	"	0,18	2 ÷ 7

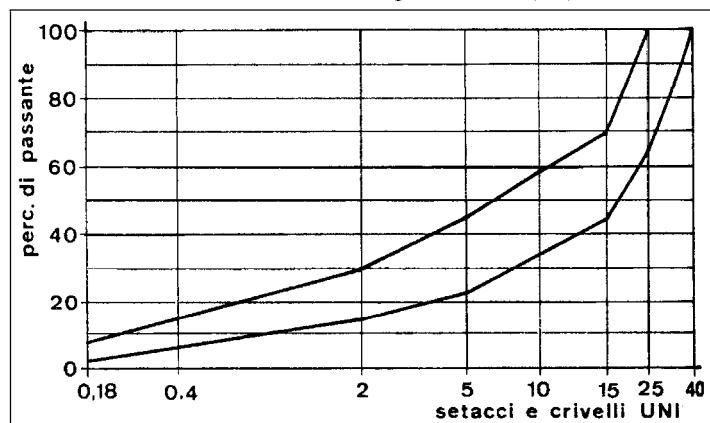
⁽³³⁶⁾ V. anche la Tab. 4 del B.U. CNR n. 139/92 che riporta le caratteristiche degli aggregati per strati di base in misto cementato al tipo di traffico.

⁽³³⁷⁾ In alternativa ai requisiti granulometrici indicati nella Tab. 105 e rappresentati nel fuso di Fig. 24, la Direzione dei lavori potrà ordinare misti granulari (naturali o corretti) che facciano riferimento alle miscele 0/45, 0/40 o 0/31,5, di cui alla norma UNI EN 13285, prospetti 1 e 5.

- a) - La granulometria avrà andamento continuo ed uniforme; l'aggregato sarà costituito di elementi aventi forma poliedrica regolare, evitandosi quelli di forma appiattita, allungata e lenticolare.
- b) - Il coefficiente di frantumazione dell'aggregato non dovrà essere superiore a 160; la perdita in peso alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature secondo la norma UNI EN 1097-2, dovrà essere inferiore al 40%.
- c) - Il limite di liquidità (LL) dovrà risultare non superiore a 40 e l'indice di plasticità (IP) non superiore a 18; l'equivalente in sabbia sarà compreso fra 35 e 55 (la Direzione Lavori potrà tuttavia ammettere l'impiego di materiali aventi equivalenti in sabbia maggiori di 55 purché le quantità di cemento da aggiungere non fossero tali da provocare fessurazioni per ritiro).
- d) - La percentuale media di legante, di norma cemento tipo A 32,5 portland, pozzolanico o d'alto forno, sarà compresa fra il 3% ed il 5% degli inerti asciutti ($80 \div 120 \text{ kg/m}^3$) e la quantità d'acqua per l'impasto dovrà risultare non superiore al 6% circa e prossima all'umidità ottima di costipamento (con scarto massimo del $\pm 2\%$).

L'esatto rapporto acqua-cemento verrà comunque determinato sulla base delle prove di resistenza, che verranno effettuate su provini cilindrici confezionati entro stampi C.B.R. (Norma CNR-UNI 10009) impiegati senza disco spaziatore⁽³³⁹⁾. La miscela in studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli inerti, mescolando il cemento e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino. I provini saranno estratti dallo stampo dopo 24 ore e portati successivamente a stagionatura per altri 7 giorni in ambiente umido.

FIG. 24 - Misti stabilizzati a cemento - Fuso granulometrico (338)



Le resistenze saranno comprese tra 2 e 6 N/mm² se trattasi di misti di fondazione e fra 3 e 7 N/mm² se trattasi di misti da impiegare negli strati di base. Inoltre, per strati soggetti all'azione del gelo, tali resistenze dovranno essere confermate dopo 12 cicli di gelo e disgelo (prova AASHO T 135/45) ed i provini stessi (in numero di 4) non dovranno presentare lesioni, screpolature o distacchi, né variazioni di volume superiori al 2% del volume iniziale.

41.3.2. Preparazione e posa in opera

La miscela sarà confezionata in appositi impianti centralizzati, con dosatura a peso o a volume. La dosatura sarà effettuata su un minimo di tre assortimenti ed il controllo sarà eseguito ogni 1500 m³ di miscela o frazione. La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante una volta accertata la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti. La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti.

La posa in opera della miscela non dovrà essere eseguita di norma con temperature ambientali inferiori a 0 °C e superiori a 25 °C, né sotto pioggia battente o con sottofondi saturi d'acqua. Per temperature comprese fra 25 e 32 °C la stesa potrà essere consentita con opportuni sistemi di protezione sia nella fase di trasporto (ad esempio a mezzo di teloni) che nella fase di posa (con abbondante umidificazione del relativo piano)⁽³⁴⁰⁾.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma 1 ÷ 2 ore onde garantire la continuità della struttura. Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nei giunti longitudinali di ripresa

⁽³³⁸⁾ In alternativa ai requisiti granulometrici indicati nella Tab. 105 e rappresentati nel fuso di Fig. 24, la Direzione dei lavori potrà ordinare misti granulari (naturali o corretti) che facciano riferimento alle miscele 0/45, 0/40 o 0/31,5, di cui alla norma UNI EN 13285, prospetti 1 e 5.

⁽³³⁹⁾ Per il confezionamento dei provini gli stampi (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3242 cm³) 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 e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di 17,78 cm. La miscela verrà costipata su 5 strati (previa vagliatura sul crivello UNI 25) con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHO T 180, effettuando 85 colpi per strato. Operando ripetutamente in tal modo, con impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello UNI 25) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio.

⁽³⁴⁰⁾ Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature di 15 ÷ 18 °C ed umidità relative del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relative anch'esse crescenti. È opportuno comunque, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa non scenda al di sotto del 15% in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione del getto.

che verranno protetti con fogli di polistirolo espanso umidificati o materiale similare.

Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una cassaforma da togliere successivamente al momento del nuovo getto; in subordine sarà necessario, prima della ripresa, provvedere a tagliare l'ultima parte del getto precedente in modo da ottenere una parete verticale per tutto lo spessore dello strato.

Il costipamento dovrà essere effettuato in strato di spessore adeguato alla potenzialità della macchina mescolatrice e dei mezzi costipanti adoperati (rulli statici o vibranti da 8 ÷ 12 t e rulli gommati semoventi per la rifinitura), ma in ogni caso non inferiore a 10 cm e non superiore a 20 ÷ 25 cm finito, fino a raggiungere una densità in sito non inferiore al 95% della densità di laboratorio eseguita su provini costipati alla densità massima AASHO modificata.

Subito dopo il completamento dei lavori di costipamento e di rifinitura dovrà essere eseguito lo stendimento di un velo protettivo di emulsione bituminosa al 55% in ragione di 1 ÷ 2 kg/m² (in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere) e successivo spargimento di sabbia. Il transito in cantiere sarà ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dalla operazione di stesa e limitatamente ai mezzi gommati.

La resistenza a compressione verrà controllata su 4 provini (preparati con le stesse modalità di cui al precedente punto 93.3.1.) prelevati durante la stesa del materiale e prima del costipamento. Il prelievo avverrà per ogni 1500 m³ di impasto e la resistenza sarà data dalla media dei tre valori più alti. Non saranno ammessi scarti superiori al 20% rispetto al valore di resistenza preventivamente determinato in laboratorio e comunque non saranno ammesse resistenze di valore inferiore a 2,5 N/mm².

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, da controllarsi come indicato al precedente punto 93.2.2.. In difetto non sarà consentito il ricarico superficiale e l'Appaltatore dovrà rimuovere a sua totale cura e spesa lo strato per il suo intero spessore. Lo stesso dicasi per strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altri eventi.

41.4. STRATI DI BASE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

41.4.1. Costituzione – Caratteristiche dell'impasto

Gli strati di base in conglomerato cementizio saranno costituiti da conglomerati per i quali valgono le norme generali espressamente riportate nel Cap. II.

Come legante si userà un cemento idraulico normale, pozzolanico o d'alto forno le cui caratteristiche dovranno corrispondere alle vigenti norme di legge. L'aggregato grosso sarà costituito di pietrischi (25-40), e pietrischetti (15-25 e 10-15), con granulometria regolare e ben assortita, ottenuti per frantumazione di rocce omogenee, compatte, sane e prive di alterazioni (la roccia di origine dovrà presentare una resistenza media alla compressione di almeno 125 N/mm²). L'aggregato fine sarà costituito di sabbia eminentemente silicea, di cava o di fiume, viva, dura ed aspra al tatto, pulita ed esente da polvere, argilla e materie estranee.

Il cemento sarà dosato in misura non inferiore a 200 kg/m³ (mediamente 280 ÷ 320 kg/m³) mentre il rapporto acqua-cemento, valutando anche l'umidità degli aggregati, dovrà essere non superiore a 0,50. La dosatura dei diversi materiali, nei rapporti prescritti per la miscela, dovrà essere fatta esclusivamente a peso, con bilance a quadrante di agevole lettura; la mescolazione dovrà effettuarsi a mezzo di un mescolatore di tipo idoneo approvato dalla Direzione Lavori. La stessa Direzione autorizzerà o meno l'eventuale aggiunta di prodotti plastificanti o aeranti, restando le spese per i provvedimenti del genere a carico dell'Appaltatore⁽³⁴¹⁾.

41.4.2. Modalità di posa in opera

Per quanto concerne la manipolazione, il trasporto e la posa in opera del conglomerato si richiamano anche qui le norme generali di cui al Cap. II. Prima di addivenire comunque alla posa del conglomerato l'Appaltatore avrà cura di fornire e stendere a sue spese, ove prescritto dalla Direzione Lavori, uno strato continuo ed uniforme di sabbia di spessore non inferiore a 2 cm.

Per il contenimento e la regolazione del conglomerato durante il getto, ove l'Appaltatore non ricorresse all'impiego di macchine a casseforme scorrevoli, saranno impiegate guide metalliche dei tipi usuali, composte da elementi di lunghezza minima di 3 m e del peso di almeno 20 kg/m, uniti di larga base e di opportuni dispositivi per il sicuro appoggio ed ammassamento. Le guide dovranno essere di tipo e resistenza tali da non subire inflessioni od oscillazioni sensibili durante il passaggio e l'azione della macchina finitrice.

Il getto della pavimentazione potrà essere eseguito in modo continuo per tutta la lunghezza della strada in

⁽³⁴¹⁾ La consistenza, misurata con lo "slump test", dovrà essere compresa fra 2,5 ÷ 4 cm per il conglomerato vibrato e fra 5 ÷ 7,5 cm per quello costipato con mezzi normali.

una sola volta, oppure a metà per volta o per strisce: queste ultime dovranno corrispondere alle linee di separazione delle diverse corsie. Il lavoro di getto non dovrà essere interrotto che in corrispondenza di un giunto trasversale, preferibilmente di dilatazione.

Il costipamento e la finitura del conglomerato dovranno essere eseguiti con finitrici a vibrazione di tipo adatto ed approvato dalla Direzione Lavori, automoventisi sulle guide metalliche laterali (tranne il caso di impiego di operatrici full-worker) e tali da assicurare una azione simultanea ed uniforme sull'intera larghezza della striscia di lavorazione. A vibrazione ultimata lo strato di calcestruzzo dovrà risultare perfettamente ed uniformemente costipato su tutto lo spessore nonché privo di formazioni di pasta cementizia in spessore nella parte superficiale.

A distanza opportuna, e comunque non superiore a 50 m (salvo diversa prescrizione), verranno realizzati dei giunti di dilatazione i cui esecutivi, ove non previsti in progetto, saranno predisposti dalla Direzione Lavori.

La pavimentazione finita dovrà corrispondere esattamente alle pendenze trasversali ed alle livellette di progetto e risultare uniforme, scabra e senza irregolarità.

41.5. STRATI DI BASE IN MISTO BITUMATO (BASE COURSE)

Gli strati di base in misto bitumato saranno costituiti da una miscela granulometrica di ghiaia (o pietrisco), sabbia ed eventuale additivo (più raramente con materiale "tout-venant" e limitatamente agli strati di fondazione), impastata con bitume a caldo, previo riscaldamento degli aggregati, e stesa in opera mediante macchina vibrofibratrice.

41.5.1. Caratteristiche degli inerti

Gli inerti da impiegare per la preparazione del misto bitumato dovranno essere costituiti di elementi sani, durevoli, puliti, esenti da polvere e materiali estranei, di forma regolare, non appiattita né allungata o lenticolare, e rispondenti alle seguenti caratteristiche⁽³⁴²⁾:

- a) - Granulometria con andamento continuo ed uniforme compresa tra le curve limiti determinate dalla Tabella 103⁽³⁴³⁾.
- b) - Coefficiente di frantumazione (ex norme CNR, Fasc. IV/53), ove richiesto, non superiore a 160.
- c) - Perdita in peso alla prova Los Angeles (Norme ASTM C 131 – AASHO T 96 – UNI EN 1097-2) inferiore al 30%.
- d) - Equivalente in sabbia (prove AASHO T 176/56 – CNR, B.U. 27/92 – UNI EN 933-8), maggior di 45.
- e) - Limiti di liquidità (LL – ricercato sul passante al setaccio 40 ASTM) inferiore a 30 ed indice di plasticità (IP) non superiore a 10.

TAB. 103 - Misti stabilizzati a bitume. Requisiti granulometrici

CRIVELLI E SETACCI			MISCELA
UNI	mm		Passante totale in peso %
Crivello	2334	40	100
"	"	30	80 ÷ 95
"	"	20	65 ÷ 90
"	"	10	45 ÷ 70
"	"	5	28 ÷ 50
Setaccio	2332	2	15 ÷ 32
"	"	0,4	6 ÷ 18
"	"	0,18	4 ÷ 8
"	"	0,075	0 ÷ 4

41.5.2. Leganti – Caratteristiche della miscela

Come leganti dovranno essere impiegati bitumi semisolidi di classe 50/70 (in stagione medio-calda) e 70/100 (in stagione fredda), salvo diversa prescrizione, rispondenti alle norme di accettazione di cui al punto 54.1.1. del presente Capitolato ed aventi un indice di penetrazione (IP) compreso nell'intervallo -1/+1⁽³⁴⁴⁾.

⁽³⁴²⁾ V. anche la Tab. 3 del B.U. CNR n. 139/92: più avanti riportata nella tab. 104. V. in ogni caso la norma UNI EN 13108-1 riportata al punto 94.6.1.

⁽³⁴³⁾ Ove non diversamente prescritto. In ogni caso la Direzione dei lavori avrà facoltà di prescrivere fusi granulometrici diversi tra cui, ad esempio, le miscele 0/56 o 0/63, categoria G., della norma UNI EN 13285.

⁽³⁴⁴⁾ L'indice di penetrazione viene determinato a mezzo del nomogramma riportato nella figura a fianco (Pfeiffer e Doormaal).

TAB. 104 - Strati di base. Requisiti di accettazione degli aggregati per misti bitumati e conglomerati bituminosi aperti (B.U. CNR n. 139/1992)

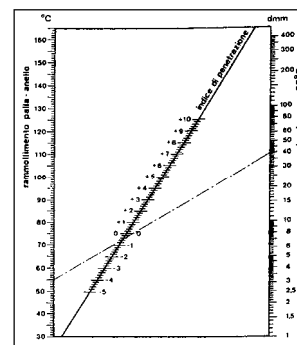
DETERMINAZIONE	SIMBOLO	NORMA DI RIFERIMENTO			TRAFFICO				
					PP	P	M	L	
Frazione > 4 mm	Contenuto di:								
	- Rocce tenere, alterate o scintose	-	CNR 104/84	%	≤	1	1	1	1
	- Rocce degradab.	-	CNR 104/84	%	≤	1	1	1	1
	Coeff. Los Angeles	LA	CNR 34/73	%	≤	25	25	30	40
	Micro Deval Umida	MDU	CNR 109/85	%	≤	20	20	25	35
	Quantità di frantumato (****)	-	-	%	≤	90/90	90/30	70/20	50/0
	Dimensione max.	Dmax.	CNR 23/71	mm		40	40	40	40
	Sens. al gelo (*)	G	CNR 80/80	%	≤	30	30	30	30
	Pass. al setaccio 0,075 (**)	-	CNR 75/80	%	≤	1	1	1	2
Spogliamento in acqua a 40 °C (***)	-	CNR 138/92	%	≤	5	5	5	5	
Frazione ≤ 4 mm	Contenuto di:								
	- Rocce tenere, alterate o scintose	-	CNR 104/84	%	≤	1	1	1	1
	- Rocce degradab.	-	CNR 104/84	%	≤	1	1	1	1
	Equiv. in Sabbia	ES	CNR 27/72	%	≤	50	50	50	35
	Indice Plastic	IP	CNR-UNI 10014	%	≤	NP	NP	NP	6
Limite Liquido	WL	CNR-UNI 10014	%	≤	25	25	25	35	

(*) In zone considerate soggette a gelo; (**) Ad accettazione della polvere di frantoio; (***) Con eventuale impiego di "dope" d'adesione; (****) I primi valori si riferiscono ai conglomerati bituminosi per strato di base, i secondi ai misti bitumati.

La percentuale media del legante, riferita alla massa degli inerti, dovrà essere compresa fra il 3,5 ed il 4,5% e dovrà essere comunque la minima per consentire il valore massimo di stabilità Marshall ⁽³⁴⁵⁾ e di compattezza appresso citati. La composizione adottata dovrà essere resistente ai carichi e sufficientemente flessibile, pertanto il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- stabilità Marshall (prova ASTM T 1559/58), eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, non inferiore a 6 kN;
- rigidità Marshall, cioè rapporto tra stabilità e scorrimento (quest'ultimo misurato in mm), superiore a 200;
- percentuale dei vuoti residui dei provini Marshall compresa fra il 4 e l'8%.

L'Appaltatore, previe prove di laboratorio, presenterà alla Direzione Lavori, prima dell'inizio, la composizione della miscela che intenderà adottare. Approvata tale composizione, l'Appaltatore sarà tenuto ad attenersi alla stessa, comprovando l'osservanza di tale impegno con esami periodici sulle miscele prelevate in cantiere immediatamente prima della stesa e del costipamento e vagliate in modo da eseguire le prove sul passante al crivello 30 UNI 2334.



Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso e di sabbia maggiore di ± 5 sulla percentuale corrispondente della curva granulometrica ⁽³⁴⁶⁾ prescelta e di $\pm 1,5$ sulla percentuale di additivo ⁽³⁴⁷⁾; per il bitume non sarà ammesso uno spostamento superiore a $\pm 0,3$ sulla percentuale stabilita.

41.5.3. Confezione e posa in opera

Gli impasti verranno confezionati a caldo in apposite centrali atte ad assicurare il perfetto essiccamento, controllo granulometrico e dosaggio degli aggregati e l'esatto proporzionamento e riscaldamento del bitume. Nel caso in cui venisse impiegato bitume di penetrazione 70/100, la temperatura degli aggregati all'atto del mescolamento dovrà essere compresa tra 150 e 170 °C, quella del legante tra 150 e 180 °C. All'uscita del mescolatore la temperatura del conglomerato non dovrà essere inferiore a 140 °C. Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate. I tempi di mescolamento non dovranno mai essere inferiori a 30 secondi.

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sarà stata accertata la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti. La stesa del conglomerato non andrà effettuata in condizioni ambientali sfavorevoli; strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause dovranno essere rimossi e sostituiti a totale cura e spesa dell'Appaltatore.

⁽³⁴⁵⁾ Per stabilità "Marshall" si intende il massimo carico, in kN, registrato in una prova con apparecchio di pari nome secondo normalizzazione ASTM.

⁽³⁴⁶⁾ Si può aggiungere che a seconda dello spessore previsto per lo strato, la composizione granulometrica della miscela degli aggregati sarà definita da una curva prossima al limite inferiore del fuso riportato nella Tab. 106 (spessori maggiori) o prossima alla curva limite superiore (spessori minori).

⁽³⁴⁷⁾ L'eventuale additivo, proveniente da macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituito da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto, dovrà essere passante al 100% al setaccio UNI 0,18 ed al 90% a quello UNI 0,075

La stesa dovrà essere effettuata mediante macchina vibrofinitrice, a temperatura non inferiore a 120 °C, in strati finiti di spessore non inferiore a 6 cm e non superiore a 12 cm. Ove la stesa venisse operata in doppio strato, la sovrapposizione dovrà essere eseguita nel più breve tempo possibile e con l'interposizione di una mano d'attacco di emulsione bituminosa (del tipo ER 55 o ER 60) in ragione di 0,8 kg/m².

I giunti di ripresa e quelli longitudinali dovranno essere eseguiti assicurando l'impermeabilità e l'adesione delle superfici a contatto mediante spalmatura con legante bituminoso. La sovrapposizione degli strati dovrà effettuarsi in modo che i giunti longitudinali risultino sfalsati di almeno 30 cm anche nei riguardi degli strati sovrastanti.

La rullatura dovrà essere eseguita in due tempi, a temperatura elevata e con rulli leggeri tandem (4 ÷ 8 t) a rapida inversione di marcia nel primo e con rulli compressori da 10 ÷ 14 t, ovvero con rulli gommati da 10 ÷ 12 t, nel secondo tempo ed a stretta successione. A costipamento ultimato, e prima della stesa dei successivi strati di pavimentazione, si dovrà verificare che la massa volumica (densità) del conglomerato non sia inferiore al 98% del valore massimo ottenuto in laboratorio in uno con la prova di stabilità Marshall. Unitamente dovrà verificarsi che la percentuale dei vuoti residui non risulti superiore all'8%.

La superficie finita dello strato non dovrà discostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1,00 cm, controllando a mezzo di un regolo di 4,50 m di lunghezza disposto su due direzioni ortogonali. La tolleranza sullo spessore sarà consentita fino ad un massimo del ± 10%, con un massimo assoluto di ± 1,5 cm.

Art. 42 STRATI DI PAVIMENTAZIONE

42.0. PREPARAZIONE DELLE CARREGGiate

L'applicazione sulla superficie della massiciata cilindrata di qualsiasi rivestimento a base di leganti bituminosi, catramosi o asfaltici, richiede che tale superficie risulti rigorosamente pulita, e cioè scevra in modo assoluto di polvere e fango, in modo da mostrare a nudo il mosaico dei pezzi di pietrisco.

La pulitura della superficie della massiciata si potrà iniziare con scopatrici meccaniche, cui farà seguito la scopatura a mano con lunghe scope flessibili. L'eliminazione dell'ultima polvere si dovrà fare di norma con acqua sotto pressione, salvo che la Direzione Lavori consenta l'uso di soffiatrici che eliminino la polvere dagli interstizi della massiciata, o che l'acqua possa, in rapporto al costipamento di quest'ultima, procurare danni o sconnessioni. Per leganti a caldo, il lavaggio sarà consentito solo nei periodi estivi e verrà comunque escluso quando le condizioni climatiche siano tali da non assicurare il pronto asciugamento della carreggiata.

Qualora le carreggiate da rivestire con pavimenti bituminosi risultassero già dotate di vecchie pavimentazioni in basolato, selciato, ecc. si avrà cura oltre che di controllare il perfetto assestamento delle stesse, di procedere alla rimozione del materiale esistente tra le connessioni ed in tutti i vuoti esistenti e successivamente alla depolverizzazione.

Qualora le facce superiori delle basole e delle pietre del selciato non fossero sufficientemente ruvide, sarà necessario procedere all'irruvidimento delle stesse a mezzo scalpellatura meccanica. Il relativo onere, ove non compreso nel prezzo della pavimentazione, sarà compensato a parte.

42.1. TRATTAMENTI SUPERFICIALI ANCORATI ESEGUITI CON EMULSIONI BITUMINOSE (348)

La superficie stradale dovrà essere preparata come prescritto al punto precedente; inoltre, immediatamente prima di dare inizio ai trattamenti, di prima o di seconda mano, l'Appaltatore delimiterà i bordi del trattamento con un arginello di sabbia onde ottenere la profilatura dei margini.

Preparata la superficie da trattare si procederà allo spandimento dell'emulsione bituminosa al 55% nella quantità, di norma, di 3,00 kg/m² (prima mano). Tale applicazione sarà effettuata in due tempi. In un primo tempo sulla superficie della massiciata dovranno essere sparsi 2,00 kg/m² di emulsione e 12,00 dm³/m² di pietrischetto 10/15 ⁽³⁴⁹⁾. In un secondo tempo, che potrà aver luogo immediatamente dopo, verrà applicata alla superficie l'ulteriore quantitativo di 1 kg/m² di emulsione e saranno sparsi 8 dm³/m² di graniglia 5/10 ⁽³⁵⁰⁾. Allo spargimento sia del pietrischetto che della graniglia seguirà sempre una leggera cilindatura con rullo compressore a tandem.

Lo spandimento dell'emulsione dovrà essere effettuato con spanditrici a pressione che garantiscano l'esatta

⁽³⁴⁸⁾ Per la definizione dei trattamenti v. il punto 3, Parte I, del B.U. CNR n. 169/94.

⁽³⁴⁹⁾ Stacci 8/12 UNI EN 13242.

⁽³⁵⁰⁾ Stacci 4/8 UNI EN 13242.

ed uniforme distribuzione del quantitativo prescritto; la stessa uniformità ed esattezza dovrà inoltre essere garantita nello spandimento del materiale lapideo. Si dovrà poi sempre curare che all'atto dello spandimento dell'emulsione ne sia rallentata la rottura; pertanto, ove nella stagione calda la massiciata si presentasse troppo asciutta, essa dovrà essere leggermente inumidita.

Aperta la strada al traffico, l'Appaltatore dovrà provvedere perché per almeno 8 giorni dal trattamento, il materiale di copertura venga mantenuto su tutta la superficie, provvedendo, se del caso, alla aggiunta di graniglia. Dopo 8 giorni si provvederà al recupero di tutto il materiale non incorporato.

L'applicazione della seconda mano (*spalmatura*, che costituirà il manto d'usura) sarà effettuata a non meno di un mese dallo spargimento dell'emulsione del secondo tempo della prima mano, dopo aver provveduto, all'occorrenza, ad una accurata rappezzatura della già fatta applicazione, ed al nettamento della superficie precedentemente bitumata. Tale rappezzatura sarà eseguita di norma con l'impiego di pietrischetto bitumato, previa regolarizzazione, con taglio netto dei bordi, della zona di intervento.

Il quantitativo di emulsione bituminosa da applicare sarà di non meno di $1,2 \text{ kg/m}^2$, salvo una maggiore quantità disposta dall'Elenco Prezzi. Allo spandimento di emulsione seguirà lo spargimento della graniglia di saturazione, in quantità complessiva di $10 \text{ dm}^3/\text{m}^2$; lo spandimento sarà seguito da una leggera rullatura. La graniglia provverà da rocce aventi resistenza a compressione non inferiore a 150 N/mm^2 , coefficiente di frantumazione non superiore a 125 e coefficiente Deval non inferiore a 14. Nella pezzatura dovrà evitarsi il moniglio in modo che, a lavoro ultimato, si possa avere una superficie sufficientemente scabra.

L'Appaltatore comunque resta sempre contrattualmente obbligato a rifare tutte quelle applicazioni dai risultati non soddisfacenti o che sotto l'azione delle piogge abbiano dato segni di rammollimento, stemperamento e si siano dimostrate soggette a facili asportazioni mettendo a nudo le sottostanti massicciate.

42.2. TRATTAMENTI SUPERFICIALI ANCORATI ESEGUITI CON UNA PRIMA MANO DI EMULSIONE BITUMINOSA A FREDDO E LA SECONDA CON BITUME A CALDO

42.2.1. Trattamento con graniglia a secco

Per la preparazione della superficie stradale e per la prima applicazione di emulsione bituminosa a semipenetrazione valgono in tutto le norme stabilite al punto precedente. La Direzione Lavori darà le sue prescrizioni per l'applicazione del primo quantitativo di emulsione suddividendo i 3 kg/m^2 in due tempi, con susseguente aumento del materiale di copertura.

L'applicazione di bitume a caldo per il trattamento superficiale sarà fatto con 1 kg/m^2 di bitume, facendo precedere un'accurata ripulitura a secco del trattamento a semipenetrazione; tale ripulitura sarà integrata, se del caso, dagli eventuali rappezzi che si rendessero necessari (da eseguirsi con pietrischetto bitumato). Detta applicazione sarà eseguita sul piano viabile perfettamente asciutto ed in periodo di tempo caldo e secco (periodo maggio/settembre e comunque in assenza di freddo, umidità o pioggia).

Il bitume sarà riscaldato alla temperatura di $160 \div 180 \text{ }^\circ\text{C}$ entro adatti apparecchi che ne permettano il controllo. L'applicazione potrà essere fatta tanto mediante spanditrici a pressione, quanto mediante spanditrici a semplice erogazione, purché sia garantita l'uniforme distribuzione del quantitativo di bitume prescritto per unità di superficie.

Il piano della massiciata così bitumato dovrà essere subito saturato con spandimento di graniglia normale o pietrischetto scelto e pulito (con pezzatura corrispondente per circa il 70% alla massima dimensione), con caratteristiche di cui al punto 94.1. Il quantitativo da impiegarsi non dovrà essere inferiore a $12 \text{ dm}^3/\text{m}^2$ di massiciata trattata. Allo spandimento dovrà farsi seguire subito una rullatura con rullo leggero e successivamente altra rullatura con rullo di medio tonnellaggio, non superiore a 14 t. Il trattamento superficiale sarà nettamente delimitato lungo i margini mediante regoli.

Verificandosi durante il periodo di garanzia e comunque fino al collaudo affioramenti di bitume sulla massiciata, l'Appaltatore provvederà, senza ulteriore compenso, allo spandimento della conveniente quantità di graniglia nelle zone che lo richiedono, procurando che essa abbia ad incorporarsi nel bitume a mezzo di adatta rullatura leggera, evitando ad un tempo modifiche di sagoma.

42.2.2. Trattamento con graniglia oleata

Nelle zone di notevole altitudine, nelle quali a causa della insufficiente temperatura della strada la graniglia non potrà essere compiutamente rivestita dal bitume, si eseguirà il trattamento a caldo adoperando graniglia preventivamente oleata. Pulita pertanto accuratamente la superficie stradale, preferibilmente mediante soffiatori meccanici, il bitume di penetrazione 180/200 preventivamente riscaldato alla temperatura di $180 \text{ }^\circ\text{C}$ verrà spruzzato

sulla massicciata nella quantità di 1 kg/m^2 , quindi verrà coperto con graniglia e pietrischetti, oleati in precedenza, in quantità di $13 \text{ dm}^3/\text{m}^2$. Successivamente si procederà alla compressione con rullo di $8 \div 10$ tonnellate.

La graniglia ed il pietrischetto avranno pezzature 5/15 e se possibile 5/20; lo stendimento, nella quantità di cui in precedenza, verrà effettuato separatamente per granulometria, usando per 4/5 pietrischetto di granulometria 10/15 e 10/20. La preventiva oleatura della graniglia e del pietrischetto verrà effettuata con oli minerali in ragione di $15 \div 17 \text{ kg/m}^3$, adoperando mescolatrici comuni o impastatrici a motore.

42.3. TRATTAMENTO SUPERFICIALE CON BITUME A CALDO

Sarà effettuato con due mani di bitume a caldo, per la seconda delle quali verrà adottato lo stesso sistema di cui al punto 94.2.1. Di norma si adopererà $1,25 \text{ kg/m}^2$ di bitume a caldo per la prima mano e $0,80 \text{ kg/m}^2$ per la seconda, con le adatte proporzioni di pietrischetto e graniglia.

42.4. STRATO DI COLLEGAMENTO IN CONGLOMERATO BITUMINOSO (BINDER COURSE)

42.4.0. Generalità – Normativa di riferimento

Lo strato di collegamento (*binder*) in conglomerato bituminoso a caldo, al pari dello strato di base in misto bitumato e dello strato di usura, sarà costituito da una miscela di aggregati (con vecchia dizione: pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi) mescolati con bitume a caldo e stesi in opera mediante macchina vibrofinitrice (v. B.U. CNR n. 139/92).

Il conglomerato da impiegarsi (*AC – Asphalt Concrete*) dovrà essere fornito di marcatura **CE**, con sistema di attestazione della conformità di tipo "2+" (salvo usi soggetti alle regole di reazione al fuoco come specificato nella Tab. ZA.2 della UNI EN 13108-1; nel caso, sistemi "1" o "3" o "4").

Valgono le norme ⁽³⁵¹⁾:

UNI EN 13108-1 - Miscele bituminose – Specifiche del materiale – Parte I:	Conglomerato bituminoso prodotto a caldo.
UNI EN 13108-2 - " " " " – Parte II:	Conglomerato bituminoso per strati molto sottili.
UNI EN 13108-4 - " " " " – Parte IV:	Conglomerato bituminoso chiodato.
UNI EN 13108-5 - " " " " – Parte V:	Conglomerato bituminoso antisdrucchiolo chiuso.
UNI EN 13108-7 - " " " " – Parte VII:	Conglomerato bituminoso ad elevato tenore di vuoti.

42.4.1. Caratteristiche degli inerti

Gli aggregati dovranno possedere i requisiti di cui al punto 42.7. del presente Capitolato, ed in ogni caso dovranno essere marcati CE con sistema di attestazione della conformità "2+" o "4" secondo prescrizione.

L'aggregato grosso sarà costituito di pietrischetti e graniglie, che potranno essere di provenienza e natura diversa (preferibilmente silicea o basaltica), purché rispondenti ai seguenti requisiti:

- a) - Coefficiente di frantumazione, ove richiesto, inferiore a 140 (ex norme CNR – Fasc. IV/1953).
- b) - Perdita in peso alla prova Los Angeles (Norme ASTM C 131 – AASHTO T 96 – UNI EN 1097-2) inferiore al 25% (v. più in particolare la Tab. 109).
- c) - Indice dei vuoti delle singole pezzature inferiore a 0,80 (CNR, B.U. n. 65/1978 – UNI EN 1097-3).
- d) - Coefficiente di imbibizione inferiore a 0,015 (norma CNR, B.U. n. 137/1992).
- e) - Materiale non idrofilo.

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione sopra indicati, verrà effettuato, se non diversamente disposto, secondo la norma di cui al B.U. CNR n. 93/63. In ogni caso i pietrischetti e le graniglie dovranno essere costituiti da

TAB. 105 - Conglomerato bituminoso per binder. Requisiti granulometrici

CRIVELLI E SETACCI			MISCELA
UNI		mm	Passante totale in peso %
Crivello	2334	25	100
"	"	15	65 ÷ 100
"	"	10	50 ÷ 80
"	"	5	30 ÷ 60
Setaccio	2332	2	20 ÷ 45
"	"	0,4	8 ÷ 25
"	"	0,18	5 ÷ 15
"	"	0,075	4 ÷ 8

⁽³⁵¹⁾ In cogenza da marzo 2008.

elementi sani, durevoli, poliedrici con spigoli vivi, ruvidi e puliti.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti di cui alle norme CNR, B.U. n. 139/92 (v. anche il punto 4, della UNI EN 13043). Avrà inoltre un equivalente in sabbia non inferiore a 50 (CNR, B.U. n. 27/77) ed una perdita per decantazione inferiore al 2%.

Gli additivi minerali (*fillers*) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o asfaltiche, o da cemento, calce idrata, calce idraulica e dovranno risultare, alla setacciatura a secco, interamente passanti al setaccio n. 30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n. 200 ASTM ⁽³⁵²⁾.

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica per la quale si indica a titolo orientativo il fuso di cui alla Tab. 105 (v. anche la Tab. 106 che prevede una dimensione massima degli inerti di 30 mm).

TAB. 106 - Strati di collegamento. Requisiti di accettazione degli aggregati per conglomerati bituminosi a caldo (da B.U. CNR n. 139/1992)

DETERMINAZIONE		SIMBOLO	NORMA DI RIFERIMENTO			TRAFFICO			
						PP	P	M	L
Frazione > 4 mm	Contenuto di:								
	- Rocce tenere, alterate o scistose	-	CNR 104/84	%	≤	1	1	1	1
	- Rocce degradabili	-	CNR 104/84	%	≤	1	1	1	1
	Coef. Los Angeles	LA	CNR 34/73	%	≤	22	25	30	40
	Porosità	p%	CNR 65/78	%	≤	1,5	1,5	-	-
	Micro Deval Umida	MDU	CNR 109/85	%	≤	20	20	25	35
	Quantità di frantumato	-	-	%	≤	90	90	80	70
	Dimensione max. <=2/3	Dmax	CNR 23/71	mm		30	30	30	30
	spess. strato e in ogni caso								
	Sens. al gelo (1)	G	CNR 80/80	%	≤	30	30	30	30
Passante al setaccio 0,075 (2)	-	CNR 75/80	%	≤	1	1	1	2	
Spogliamento in acqua (3)	-	CNR 138/92	%	≤	5	5	5	5	
Indice appiatt.	la	CNR 95/84	%	≤	20	25	30	35	
Frazione 0,075 ÷ 4 mm	Quantità di frantumato		-	%	≥	40	40	-	-
	Passate al setaccio 0,075 (2)	ES	CNR 75/80	%	≤	2	2	2	3
	Equiv. in Sabbia		CNR 27/72	%	≥	50	50	40	40
FILLER	Spogliamento in acqua della roccia di origine		CNR 138/92	%	≤	5	5	5	5
	Passante 0,18	mm	CNR 23/71	%		100	100	100	100
	0,075	mm	CNR 75/80	%	≥	80	80	80	80
	Ind. Plasticità	IP	CNR UNI 10014	%	-	NP	NP	NP	NP
	Vuoti Ridgen	V%		%	-	30-45	30-45	30-45	30-45
	Potere Rigid.	Δ PA				Per tutte le categorie di traffico			
						Rapporto filler/bitume		corrisp. valore del potere rigidificante	
						1,5	Δ PA ≥ = 5		
						2,0	≥ = 12		
						2,5	≥ = 25		
					3,0	≥ = 40			

In ogni caso per la miscela dovranno essere rispettati i limiti minimo e massimo di composizione di cui alle Tab. 1 e 2 del punto 5.2.1.2. della UNI EN 13108-1. la Tab. 1 riportandosi a seguito, in lingua originale (a meno delle note).

TAB. 1, UNI EN 13108-1 - Overall limits of target composition - basic sieves set plus set 1. (Limiti estremi di composizione - Setacci del gruppo di base più gruppo 1)

D (*)	4	5 (5,6)	8	11 (11,2)	16	22 (22,4)	32 (31,5)
Sieve mm	Passing sieve % by mass						
1,4 D ²	100	100	100	100	100	100	100
D	90 to 100	90 to 100	90 to 100	90 to 100	90 to 100	90 to 100	90 to 100
2	50 to 85	15 to 72	10 to 72	10 to 60	10 to 50 ^b	10 to 50 ^b	10 to 50
0,063	5,0 to 17,0	2,0 to 15,0	2,0 to 13,0	2,0 to 12,0	0 to 12,0	0 to 11,0	0 to 11,0

(*) Misura superiore dello staccio, in mm.

42.4.2. Leganti – Caratteristiche della miscela

Come leganti dovranno venire impiegati bitumi solidi del tipo 50/70 o 70/100 (secondo la stagione ed in rapporto alle prescrizioni della Direzione dei lavori), rispondenti alle norme di accettazione di cui al punto 54.1.1. del presente Capitolato ed aventi indice di penetrazione (IP - v. punto 93.5.2.) compreso tra - 1/+1. Potranno venire

⁽³⁵²⁾ Per i requisiti dei fillers v. anche il punto 5 della norma UNI EN 13043.

impiegati anche, in rapporto alle prescrizioni, bitumi modificati EN 14023 o bitumi duri (hard grade bitumen) prEN 13924.

La percentuale media del legante, riferita alla massa degli inerti, dovrà essere compresa tra il 4% ed il 5,4% (B min 4,0 e B min 5,4 – Tab. 13 UNI EN 13108-1) e dovrà essere comunque la minima per consentire il valore massimo di stabilità Marshall e di compattezza appresso citati. La composizione adottata dovrà essere resistente ai carichi e sufficientemente flessibile, pertanto il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- stabilità Marshall (prove CNR, B.U. n. 30/1973 – UNI EN 13108-20) eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, non inferiore a 7,5 kN (categoria S min 7,5 Tab. 14 UNI EN 13108-1);
- scorrimento (in prova Marshall) compreso tra 1 e 4 mm (categorie $F1$ e $F4$ Tab. 16 UNI EN 13108-1);
- rigidità Marshall (rapporto tra la stabilità misurata in dN o kg e lo scorrimento misurato in mm) in ogni caso superiore a 300⁽³⁵³⁾;
- percentuale dei vuoti residui (dei provini Marshall) compresa fra il 4% e l'8%;
- volume dei vuoti residui a cilindratura ultimata compreso fra il 4% ed il 10%.

In ogni caso per quanto riguarda la percentuale dei vuoti (categ. V_{max} e V_{min}), la sensibilità all'acqua (in direct tensile strength ratio – $ITSR$ %) la resistenza all'abrasione (maximum abrasion value – $AbrA$ – ml), la resistenza alla deformazione permanente (categ. P , WTS AIR, PRD AIR), la resistenza al fuoco, ai carburanti, ecc. sarà fatto riferimento alle specifiche tabelle della UNI EN 13108-1 che indicano le relative categorie in rapporto alle percentuali ed alle grandezze interessate.

L'Appaltatore, previa prove di laboratorio, presenterà alla Direzione Lavori, prima dell'inizio, la composizione della miscela che intenderà adottare. Approvata tale composizione l'Appaltatore sarà tenuto ad attenersi alla stessa, comprovando l'osservanza di tale impegno con esame periodico sulle miscele prelevate sia presso l'impianto di produzione, sia in cantiere immediatamente prima della stesa, e vagliate in modo da eseguire le prove sul passante al crivello 25 UNI 2334.

Non sarà ammessa una variazione del contenuto della miscela in valori superiori a quelli riportati nell'ultimo capoverso di cui al punto 93.5.2.

42.4.3. Identificazione

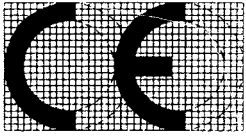
Il documento di consegna del materiale dovrà contenere almeno le informazioni di cui al punto 7 della UNI EN 13108-1, tra cui: nome del produttore ed impianto di produzione; designazione della miscela con: AC (Asphalt Concrete), D (dimensione massima dell'aggregato), destinazione del conglomerato (strato di usura, di collegamento o di base), tipologia del legante dettagli sugli additivi impiegati; dettagli sull'osservanza dei punti 5.2.8 e 5.2.9 della norma nel caso di impieghi aeroportuali.

42.4.4. Marcatura ed etichettatura CE

Le seguenti informazioni dovranno accompagnare la marcatura CE: numero di identificazione dell'Organismo di Certificazione; nome e marchio identificativo ed indirizzo registrato del produttore; le ultime due cifre dell'anno nel quale è stata applicata la marcatura; numero del certificato del controllo di produzione in fabbrica; riferimento alla norma; informazioni sui requisiti essenziali indicati nelle Tab. ZA.1 e ZA.1b della norma.

⁽³⁵³⁾ 3,0 KN/mm (categoria Q min 3,0 UNI EN 13108-1).

TAB. ZA.1a e ZA.1b - Esempio di informazioni per marcatura CE come da prescrizioni generali, empiriche e fondamentali

 01234	Reaction to fire Temperature of the mixture Grading (passing)	Euroclass Cfl * 140 °C to 180 °C 22,4 mm sieve 100% 16 mm sieve 95% 11,2 mm sieve 88% 5,6 mm sieve 62% 2 mm sieve 40% 0,500 mm sieve 33% 0,250 mm sieve 22% 0,063 mm sieve 5,8%
AnyCo Ltd, PO Box 21, B-150 06 01234-CPD-00234	Binder content Stiffnes – minimum – maximum	B _{min 6,0} (6,0%) S _{min1 800} (1 800 MPa) S _{max9 000} (9 000 MPa)
EN 13108-1 Asphalt Concrete for roads and other trafficked areas AC 16 surf 70/100 euro asphalt plant S24 General requirements + fundamental requirements Void content – maximum – minimum Water sensitivity Resistance to abrasion by studded tyres:	V _{max 7} (7,0%) V _{max 2} (2,0%) ITSR ₉₀ (90%) Abr _{A40} (40ml)	Resistance to permanent deformation * – large size device: proportional rut depth – small size device wheel tracking slope – small size device: proportional rut depth P ₅ (5,0%) WTS _{AIR10,0} (10 mm) PRD _{AIR9,0} (9,0%)
* Stating test conditions selected in accordance with EN 13108-20.		

42.4.5. Confezione e posa in opera

Gli impasti saranno eseguiti in impianti fissi, approvati dalla Direzione Lavori e tali da assicurare: il perfetto essiccamento, la separazione dalla polvere ed il riscaldamento uniforme dell'aggregato grosso e fino; la classificazione dei singoli aggregati mediante vagliatura; la perfetta dosatura degli stessi; il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento dell'impasto; il perfetto dosaggio del bitume e dell'additivo.

Ove si impiegasse bitume di penetrazione 70/100 la temperatura degli aggregati all'atto del mescolamento dovrà essere compresa tra 150 e 170 °C (155-180 °C per bitume 60/80), quella del legante tra 150 e 180 °C. La temperatura del conglomerato, all'uscita del mescolatore, non dovrà essere inferiore a 150 °C (v. più in particolare la tabella a fianco che riproduce parzialmente la Tab. 11 della UNI EN 13108-1).

TAB. 107 - Temperature limiti della miscela

CLASSE DEL BITUME	Temperatura (°C)
20/30	160 - 200
30/45	155 - 195
35/50 40/60	150 - 190
50/70 70/100	140 - 180
100/150 160/220	130 - 170

Nell'apposito laboratorio installato in cantiere a cura dell'Appalta-tore⁽³⁵⁴⁾ dovrà essere effettuata la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione. Inoltre, con frequenza giornaliera e comunque ogni 1000 tonnellate di materiale prodotto:

- la verifica della composizione del conglomerato (inerti, additivo, bitume);
- la verifica della stabilità Marshall, prelevando la miscela all'uscita del mescolatore (e confezionando i provini senza alcun riscaldamento, per un ulteriore controllo sulla temperatura di produzione) o alla stesa;
- la verifica delle caratteristiche del conglomerato steso e compattato (massa volumica e percentuale dei vuoti residui). Si controlleranno frequentemente le caratteristiche del legante impiegato e le temperature di lavorazione. A tal fine gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti saranno muniti di termometri fissi.

Prima di procedere alla stesa degli strati di pavimentazione si procederà ad un'accurata pulizia della superficie preesistente mediante lavaggio o energica ventilazione. Sulla superficie stessa sarà steso un velo di emulsione tipo ER 55 o ER 60, in ragione di 0,8 kg/m², in modo da ottenere un buon ancoraggio dello strato da stendere.

L'applicazione dei conglomerati bituminosi verrà fatta a mezzo di macchine spanditrici finitrici, di tipo approvato dalla Direzione. Il materiale verrà steso a temperatura non inferiore a 120 °C. Le operazioni di stesa dovranno essere interrotte ove le condizioni atmosferiche non fossero tali da garantire la perfetta riuscita del lavoro ed in particolare quando il piano di posa si presentasse comunque bagnato o avesse temperatura inferiore a 5 °C; per temperatura tra 5 e 10 °C, la Direzione potrà prescrivere alcuni accorgimenti quali l'innalzamento della temperatura di

⁽³⁵⁴⁾ Ove espressamente richiesto.

confezionamento e la protezione durante il trasporto. Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause dovranno essere rimossi o sostituiti a totale cura e spese dell'Appaltatore.

Nella stesa si dovrà porre grande attenzione alla formazione del giunto longitudinale; ove il bordo di una striscia fosse stato danneggiato, il giunto dovrà essere tagliato in modo da presentare una superficie liscia finita.

In corrispondenza dei giunti di ripresa del lavoro e del giunto longitudinale tra due strisce adiacenti, si procederà alla spalmatura con legante bituminoso allo scopo di assicurare impermeabilità e adesione alle superfici di contatto. Per il giunto longitudinale tale operazione potrà venire comunque evitata ove la stesa avvenisse ad opera di macchine vibrofinitrici affiancate. La sovrapposizione degli strati dovrà avvenire in modo che i giunti longitudinali suddetti risultino sfalsati di almeno 30 cm.

La rullatura dovrà essere eseguita alla temperatura più elevata possibile, con rulli meccanici a rapida inversione di marcia con massa di 4 ÷ 8 tonnellate; proseguirà poi con passaggi longitudinali ed anche trasversali; infine il costipamento sarà ultimato con rullo statico da 10 ÷ 14 t o con rullo gommato da 10 ÷ 12 tonnellate. Al termine di tali operazioni si dovranno effettuare i controlli di compattezza, operando su campioni prelevati dallo strato finito (tasselli o carote).

A lavoro ultimato la superficie dovrà presentarsi assolutamente priva di ondulazioni: un'asta rettilinea lunga 4,00 m, posta a contatto della superficie in esame, dovrà aderirvi con uniformità e comunque non dovrà presentare scostamenti di valore superiore a 4 mm. Non sarà ammessa alcuna tolleranza in meno sugli spessori di progetto di ciascuno degli strati di pavimentazione; questi dovranno avere uno spessore finito non inferiore a 4 cm se trattasi di strati di collegamento e non inferiore a 2 cm se trattasi di strati di usura.

42.5. STRATO DI USURA IN CONGLOMERATO BITUMINOSO (SURFACE COURSE)

42.5.0. Generalità – Normativa di riferimento

Lo strato di usura in conglomerato bituminoso a caldo, al pari dello strato di base in misto bitumato e dello strato di collegamento, sarà costituito da una miscela di aggregati (con vecchia dizione: pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi) mescolati con bitume a caldo e stesi in opera mediante macchina vibrofinitrice (v. B.U. CNR n. 139/92).

Il conglomerato da impiegarsi (*AC – Asphalt Concrete*) dovrà essere fornito di marcatura **CE**, con sistema di attestazione della conformità di tipo "2+" (salvo usi soggetti alle regole di reazione al fuoco come specificato nella Tab. ZA.2 della UNI EN 13108-1; nel caso, sistemi "1" o "3" o "4").

Valgono le norme UNI EN riportate al precedente punto 94.6.0. e le indicazioni di cui ai punti 94.6.3 e 94.6.4. Vale in generale quanto riportato al precedente punto 94.6., per quanto compatibile, in tema di conglomerati bituminosi prodotti a caldo.

42.5.1. Caratteristiche degli inerti

L'aggregato grosso sarà costituito di pietrischetti e graniglie, che potranno essere anche di provenienza e natura diversa (preferibilmente silicea o basaltica), purché rispondenti oltre ai requisiti generali di cui al punto 94.6.1. anche ai seguenti requisiti ⁽³⁵⁵⁾:

- a) - Coefficiente di frantumazione inferiore a 120 (ex norma CNR, Fasc. IV/1953); coefficiente Deval ove richiesto superiore a 14 (ex norma CNR, Fasc. IV/1953); coefficiente micro-Deval umido (MDE) non superiore al 15% (prove CNR, B.U. n. 109/85 - UNI EN 1097-1).
- b) - Perdita in peso alla prova Los Angeles inferiore al 20% (norme ASTM C 131 – AASHTO T 96 – UNI EN 1097-2).
- c) - Indice dei vuoti delle singole pezzature inferiore a 0,85 (ex norma CNR, Fasc. IV/1953) ⁽³⁵⁶⁾.
- d) - Coefficiente di imbibizione inferiore a 0,015 (ex norma CNR, Fasc. IV/1953); v. anche, per l'assorbimento d'acqua, le prove UNI EN 1097-6.
- e) - Materiale non idrofilo, con limitazione per la perdita in peso allo 0,5 % (ex norma CNR, Fasc. IV/1953).

TAB. 108 - Conglomerato bituminoso per strato di usura. Requisiti granulometrici

CRIVELLI E SETACCI			MISCELA
UNI		mm	Passante totale in peso %
Crivello	2334	15	100
"	"	10	70 ÷ 100
"	"	5	45 ÷ 65
Setaccio	2332	2	25 ÷ 45
"	"	0,4	12 ÷ 25
"	"	0,18	7 ÷ 15
"	"	0,075	5 ÷ 10

⁽³⁵⁵⁾ Più in particolare, in rapporto al tipo di traffico, saranno osservate le norme più restrittive di cui alla Tab. 6 di cui al B.U. CNR n. 139/92. Ove non diversamente specificato, per tipo di traffico sarà fatto riferimento a quello molto pesante (PP).

⁽³⁵⁶⁾ L'indice dei vuoti "e" (rapporto tra il volume dei vuoti, compreso quello occupato dall'acqua, ed il volume dei granuli) e la porosità "n" (rapporto tra il volume dei vuoti e quello totale) sono legati dalla relazione: $n = e/(1 + e)$.

L'aggregato fino e gli additivi avranno le stesse caratteristiche di cui al punto 94.6.1.; inoltre gli additivi dovranno essere tali che l'equivalente in sabbia della frazione di aggregato passante al crivello 5 UNI 2334 subisca una riduzione compresa tra un minimo di 30 ed un massimo di 50 per percentuali di additivo (calcolate in massa sul totale della miscela di aggregato) comprese tra il 5 ed il 10%.

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica per la quale si indica a titolo orientativo il fuso di cui alla Tab. 108 (v. anche la Tab. 109).

TAB. 109 - Strati di usura. Requisiti di accettazione degli aggregati per conglomerati bituminosi a caldo (da B.U. CNR n. 139/1992)

DETERMINAZIONE	SIMBOLO	NORMA DI RIFERIMENTO			TRAFFICO				
					PP	P	M	L	
Frazione > 4 mm	Contenuto di:								
	– Rocce tenere, alterate o scistose	–	CNR 104/84	%	≤	1	1	1	1
	– Rocce degradabili.	–	CNR 104/84	%	≤	1	1	1	1
	Coeff. Los Angeles	LA	CNR 34/73	%	≤	18	20	20	25
	Porosità	p%	CNR 65/78	%	≤	1,5	1,5	–	–
	Micro Deval Umida	MDU	CNR 109/85	%	≤	15	15	15	20
	Coeff. levig. accel.	CLA	CNR 140/92	%	≠	0,45	0,42	0,40	0,37
	Quantità di frantumato	–	–	%	≠	100	100	100	100
	Dimensione max. ≤ 1/2 spess. strato e in ogni caso:	Dmax.	CNR 23/71	mm	≤	20	20	20	20
	Sens. al gelo (1)	G	CNR 80/80	%	≤	30	30	30	30
Passante al setaccio 0,075 (2)	–	CNR 75/80	%	≤	1	1	1	2	
Spogliamento in acqua a 40 °C (3)	–	CNR 138/92	%	≤	–	–	–	–	
Indice appiatt.	la	CNR 95/84	%	≤	20	20	30	30	
Frazione 0,075 ÷ 4 mm	Quantità di frantumato	–	–	%	≠	50	50	50	–
	Passate al setaccio 0,075 (2)	–	CNR 75/80	%	≤	2	2	2	3
	Equiv. in Sabbia	ES	CNR 27/72	%	≠	80	60	60	40
FILLER	Spogliamento in acqua della roccia di origine	–	CNR 138/92	%	≤	5	5	5	5
	Passante 0,18 mm	–	CNR 23/71	%	≤	100	100	100	100
	0,075	–	CNR 75/80	%	≤	80	80	80	80
	Ind. Plasticità	IP	CNR/UNI 10014	%	≥	NP	NP	NP	NP
	Vuoti Ridgen	V%	–	%	–	30-45	30-45	30-45	30-45
	Potere Rigid.	Δ PA	–	°C		Per tutte le categorie di traffico			
					Rapporto filler/bitume		corrisp. valore del potere rigidificante		
					1,5		Δ PA ≥ = 5		
					2,0		≥ = 12		
					2,5		≥ = 25		
					3,0		≥ = 40		

42.5.2. Leganti – Caratteristiche della miscela

Come leganti verranno impiegati di norma gli stessi bitumi di cui al punto 94.6.2., salvo diversa indicazione. La percentuale media del legante, riferita alla massa degli inerti, dovrà essere compresa tra il 4,5% ed il 6% e dovrà essere comunque la minima per consentire il valore massimo di stabilità Marshall e di compattezza appresso indicati. Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari non dovrà superare l'80%.

Il conglomerato dovrà presentare i seguenti requisiti:

- resistenza meccanica elevatissima e sufficiente flessibilità. Stabilità Marshall (prova ASTM T 1559/58) eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, non inferiore a 10 kN;
- scorrimento (in prova Marshall) compreso fra 1 e 3,5 mm; rigidità Marshall (rapporto tra stabilità e scorrimento) superiore a 3,0 kN/mm;
- percentuale dei vuoti residui (dei provini Marshall), nelle prescelte condizioni di impiego, compresa fra il 3% ed il 6%;
- compattezza elevata: volume dei vuoti residui a rullatura ultimata, calcolato su campioni prelevati dallo strato, compreso tra il 4% e l'8%;
- elevatissima resistenza all'usura superficiale, sufficiente ruvidezza e stabilità della stessa nel tempo: rugosità superficiale del manto, misurata con apparecchio "Skid-Tester" dopo almeno 15 giorni dall'apertura al traffico, su superficie pulita e bagnata, con temperatura di riferimento di 18 °C, superiore in ogni punto a 50 per la carreggiata ed a 45 per le banchine di sosta.

Ad un anno dall'apertura al traffico poi il volume dei vuoti residui dovrà essere compreso fra il 3% ed il 6% e l'impermeabilità dovrà risultare praticamente totale⁽³⁵⁷⁾. Per il resto valgono le prescrizioni di cui al punto 94.6.2., penultimo ed ultimo capoverso.

⁽³⁵⁷⁾ Il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall, riferito alle condizioni di impiego prescelte, in permeametro a carico costante di 50 cm di acqua, non dovrà risultare inferiore a 10⁻⁶ cm/s.

42.5.3. Confezione e posa in opera

Gli impasti saranno eseguiti e posti in opera con le stesse modalità di cui al precedente punto 94.6.3. che tratta dei conglomerati per strati di collegamento.

Qualora nella esecuzione dello strato di usura venisse a determinarsi, a causa di particolari condizioni ambientali, una sensibile differenza di temperatura fra il conglomerato della striscia già posta in opera e quello da stendere, la Direzione Lavori potrà ordinare il preriscaldamento, a mezzo di appositi apparecchi a raggi infrarossi, del bordo terminale della prima striscia contemporaneamente alla stesa del conglomerato della striscia contigua.

42.5.4. Attivanti dell'adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati dovranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitumi-aggregati ("dopes" di adesività) costituite da composti azotati di natura varia (ammine, alchilammido-poliammine) stabili anche a temperatura elevata e di qualità certificata.

Il dosaggio potrà variare, a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra lo 0,3% e lo 0,6% sul peso del bitume da trattare, in rapporto alle istruzioni del produttore e le prescrizioni della Direzione dei lavori. L'effettivo impiego del prodotto potrà essere effettuato con la prova di spogliazione (di miscele bitume-aggregato) secondo ASTM – D 1664/80.

42.5.5. Strati a usura differenziata

Saranno costituiti da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie e additivi impastati con bitume a caldo, unitamente a graniglie naturali o sintetiche, di pezzatura 2/15 mm, aventi coefficiente di frantumazione notevolmente più basso di quelle contenute nella miscela normale.

Art. 43 PAVIMENTAZIONI A ELEMENTI

43.1. PAVIMENTAZIONI IN MASSELLI DI PIETRA (LASTRICATI)

43.1.1. Costituzione e materiali

Le pavimentazioni in argomento saranno costituite con masselli di granito, o di porfiroide, o di sienite, o di pietra calcarea o vulcanica (basole), secondo prescrizione, rispondenti ai requisiti di cui alle norme UNI EN 1341 ⁽³⁶⁰⁾ ed alle caratteristiche di cui al punto 42.10.1. del presente Capitolato. In ogni caso la roccia impiegata per la formazione

dei masselli dovrà essere sana, senza degradazioni o alterazioni, compatta, dura ed omogenea; dovrà essere ancora priva di druse o geodi, senza vene e catene di minerali differenziati ed infine senza piani di sfaldatura o di distacco (peli); in particolare sono da escludere tutti i materiali provenienti dallo strato di copertura (cappello).

La lavorazione dei masselli dovrà essere eseguita a punta mezzana (se non diversamente previsto) per tutta la faccia superiore ed a scalpello per le facce laterali, limitatamente per queste ultime ad una fascia superiore dell'altezza di almeno cm 8, ed a semplice sbazzatura per la parte rimanente. I giunti dovranno formare con la faccia vista spigoli vivi, regolari ed a squadra. Le facce laterali dovranno risultare a squadra per un'altezza non inferiore alla metà dello spessore del massello; nella parte inferiore potranno invece presentare sottosquadri di valore non superiore a 2,5 cm.

FIG. 25 - Massello per lastricati. Misure indicative

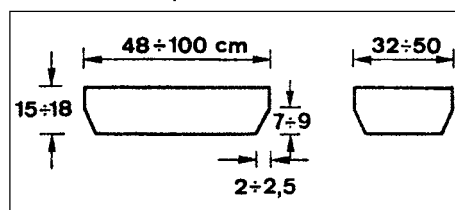
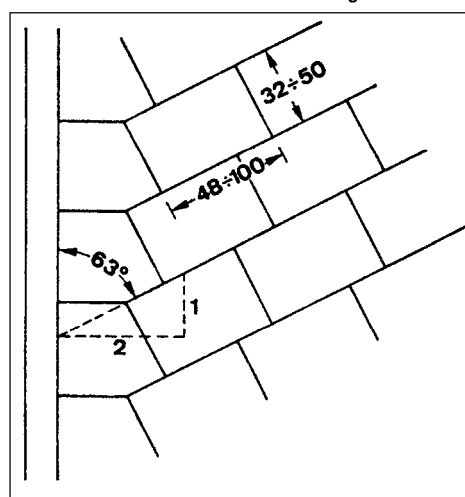


FIG. 26 - Sistemazione di un lastricato a giunti inclinati



⁽³⁶⁰⁾ Nella pratica locale esistono altri tipi di classificazione, fuori norma UNI, quale ad esempio quello riportato nella seguente tabella:

CATEGORIA BASOLATO	Basole / m ²	Rapporto lati	Spessore
1° Categoria	N. 4 ÷ 5	0,75 : 1	18 cm
2° Categoria	N. 5 ÷ 6	0,75 : 1	16 cm
3° Categoria	N. 6 ÷ 7	0,65 : 1	13 cm

43.1.2. Modalità di esecuzione

Nelle *pavimentazioni a secco* i masselli verranno posti in opera su un letto di sabbia di spessore compreso fra 8 e 10 cm. I masselli saranno stesi con la dovuta cura ed assestati con mazzaranghe di legno o con vibro-compattatori in modo che abbiano a disporsi secondo una superficie continua e regolare, con le precise sagome e quote stabilite. Per favorire l'assestamento, la posa e la battitura saranno accompagnate da abbondanti bagnature del letto di sabbia.

Subito dopo la posa dei masselli, ed allo scopo di colmare i vani rimasti in corrispondenza dei giunti, tutta la superficie verrà ricoperta da uno strato di sabbia vagliata che si dovrà fare scorrere e penetrare in tutti gli interstizi a mezzo di scope ed acqua, sino a completa chiusura.

Nel caso fosse prescritta la sigillatura dei giunti questa dovrà essere eseguita, salvo disposizioni contrarie della Direzione Lavori, con la stessa procedura di cui al seguente punto 100.3.

Nelle *pavimentazioni con malta* i masselli verranno sistemati su uno strato di malta di calce idraulica o di cemento, di conveniente spessore, posto sulla fondazione opportunamente preparata alla sagoma prescritta. I masselli saranno battuti fino al rifluimento della malta nei giunti, risultando espressamente proibita l'aggiunta di malta. In ogni caso i masselli dovranno essere disposti in modo che nei corsi rettilinei gli spigoli maggiori risultino esattamente allineati e quelli minori sfalsati di corso in corso. I masselli dovranno essere posti in opera perfettamente accostati gli uni agli altri, con giunti larghi non più di 1 cm.

Nel prezzo della pavimentazione è incluso l'onere relativo alla formazione di tutti i pezzi speciali che si rendessero necessari per l'adattamento a binari, chiusini, caditoie, orlature, ecc. La lavorazione dei masselli dovrà essere eseguita con idonei paraschegge.

43.2. PAVIMENTAZIONI IN BOLOGNINATO

Valgono per tale tipo di pavimentazione tutte le norme riportate all'articolo precedente in merito alla qualità del materiale ed alla relativa lavorazione. I conci o bolognini dovranno avere una lunghezza di 30 cm, una larghezza di 15 cm ed uno spessore non inferiore a cm 18 in ogni punto.

L'armatura della pavimentazione potrà avvenire a corsi paralleli e normali all'asse stradale od a spina di pesce. In ogni caso tra i filari verrà lasciato uno spazio che sarà occupato da mattoni laterizi posti a coltello o da calcestruzzo cementizio dosato a 200 kg di cemento, secondo le prescrizioni di Elenco.

I bolognini saranno posti in opera con malta cementizia, avendo cura che i mattoni, ove fosse previsto tale tipo di interfilare, siano rivestiti di malta e risultino incassati, rispetto al piano stradale di circa 3 cm; analogo incasso avrà il conglomerato ove viceversa fosse previsto tale tipo di spaziatura.

43.3. PAVIMENTAZIONI IN CUBETTI DI PIETRA

Saranno formate con cubetti di porfido o di sienite o di diorite o di altre rocce idonee, purché rispondenti ai requisiti di cui alle norme riportate al punto 42.10.6 del presente Capitolato.

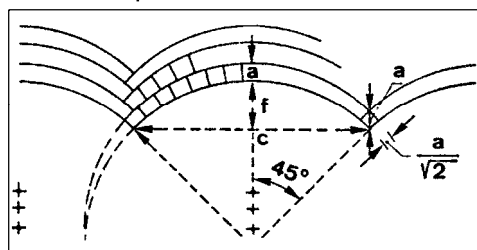
Salvo diversa disposizione dell'Elenco Prezzi e fermo restando la possibilità di usare materiali di qualsiasi provenienza, della dovuta idoneità, la Direzione Lavori potrà richiedere che vengano impiegati cubetti di porfido delle migliori cave dell'Alto Adige.

I cubetti saranno impiantati su una fondazione predisposta in precedenza, con l'interposizione di uno strato di sabbia dello spessore tra 6 e 10 cm. Saranno posti in opera ad archi contrastanti con angolo al centro di 90°, raccolti in corsi o filari paralleli in modo che gli archi affiancati abbiano in comune gli elementi di imposta. La posa dei cubetti sarà effettuata nel modo più accurato, con giunti sfalsati di corso in corso ed archi perfettamente regolari.

Gli elementi disposti in maniera regolarmente decrescente dalla chiave verso le imposte, saranno il più possibile serrati tra di loro e quindi verranno sottoposti ad energica battitura, a più riprese, con pestelli metallici del peso di almeno 25 kg. Per favorire l'assestamento la battitura dovrà essere accompagnata da abbondanti bagnature del letto di sabbia. Prima dell'ultima battitura di assestamento, la pavimentazione verrà ricoperta con un sottile strato di sabbia fine che verrà fatta penetrare mediante scope ed acqua in tutte le connesure in modo da chiuderle completamente. L'ultima battitura dovrà essere fatta in modo da assestare definitivamente i cubetti, dopo aver corretto eventuali deficienze di sagoma.

I cubetti che a lavorazione ultimata apparissero deteriorati ed anormalmente porosi, dovranno essere cambiati a cura ed a carico dell'impresa.

FIG. 27 - Pavimentazione in cubetti di porfido. Disposizione ad arco di cerchio



La sigillatura dei giunti dovrà essere eseguita, salvo diversamente disposto, non prima che siano passati 15 giorni dall'apertura della strada al traffico. Riparati poi gli eventuali cedimenti ed irregolarità verificatisi, si procederà al lavaggio della pavimentazione con acqua a pressione in modo da svuotare e ripulire i giunti per 3 cm e quindi, a pavimentazione asciutta, si procederà alla sigillatura dei giunti colando negli stessi, con tazze a beccuccio o altri mezzi idonei, bitume caldo avente penetrazione 30/40. Il legante verrà infine saturato con sabbia o graniglia.

La pavimentazione ultimata dovrà corrispondere esattamente alle quote ed alle livellette di progetto stabilite dalla Direzione Lavori e non presentare in alcuna parte irregolarità o depressioni superiori ad 1 cm rispetto ad un'asta rettilinea della lunghezza di 3 m, appoggiata sul manto in senso longitudinale.

43.4. PAVIMENTAZIONI IN ACCIOTTOLATI E SELCIATI

43.4.1. Acciottolati

Saranno formati con ciottoli selezionati di sufficiente durezza e compattezza, di dimensioni il più possibile uniformi. Gli elementi saranno disposti a contatto e di punta su letto di sabbia da 10 a 15 cm, con la faccia più piana rivolta superiormente.

A lavoro ultimato i ciottoli dovranno presentare una superficie uniforme, secondo i profili e le pendenze volute, previo consolidamento effettuato a mezzo di idonea battitura.

Per gli acciottolati in malta, il letto di posa sarà costituito da uno strato di sabbia compresso dello spessore di 1 cm e da un sovrastante strato di malta cementizia dello spessore non inferiore a 10 cm; in quest'ultimo le pietre saranno conficcate a martello, quindi si procederà al riempimento delle connessure con beverone di malta liquida ed alla battitura con mazzaranga.

43.4.2. Selciati

Saranno formate con pietre squadrate e lavorate alla martellina nella faccia vista e nella faccia di combaciamento. La posa in opera avverrà come negli acciottolati, dopo avere stabilito opportune guide di contenimento.

Nei selciati a secco, intessuta la pavimentazione, vi sarà steso uno strato di sabbia dell'altezza di 3 cm e quindi verrà proceduto alla battitura con la mazzaranga innaffiando di tratto in tratto la superficie. Nei selciati con malta si procederà invece come al punto precedente.

A lavoro ultimato la pavimentazione dovrà risultare perfettamente regolare e secondo i profili stabiliti.

43.5. PAVIMENTAZIONI IN MATTONELLE DI ASFALTO

Saranno di norma eseguite su massetto in conglomerato cementizio dosato a 200 kg/m³ di cemento, posato alla sagoma prescritta e con gli spessori previsti in progetto (mai inferiori a 15 cm) o disposti dalla Direzione Lavori.

Le mattonelle, che dovranno avere le caratteristiche di cui al punto 49.3. del presente Capitolato, saranno poste su un letto formato da miscela di sabbia e cemento a secco, con dosaggio non inferiore a 400 kg/m³ di cemento; lo spessore di tale strato sarà mediamente di 1,5 cm. Ultimata la posa, si procederà due volte al giorno, e per 10 giorni consecutivi, all'innaffiamento della pavimentazione; subito dopo si passerà alla boiaccatura della superficie con cemento puro onde chiudere le connessure.

A lavoro completato la pavimentazione dovrà risultare perfettamente liscia ed uniforme, con le pendenze ⁽³⁶¹⁾ e le sagome prescritte, e non dovrà presentare avvallamenti di sorta né elementi danneggiati dalle operazioni di posa.

Art. 44 PAVIMENTAZIONI DI MARCIAPIEDI – ORLATURE

44.1. PAVIMENTAZIONI A ELEMENTI

44.1.1. Pavimentazione in cubetti di pietra

Valgono, per tale tipo di pavimentazione, tutte le norme e le prescrizioni di cui al precedente punto 95.3.

110.1.2. Pavimentazione in mattonelle di asfalto

⁽³⁶¹⁾ Le pendenze non dovranno in alcun caso superare il valore del 5%.

Valgono, per tale tipo di pavimentazione, tutte le norme e le prescrizioni di cui al precedente punto 95.5.

44.1.3. Pavimentazione in pietrini di cemento

Sarà formata con il materiale di cui al punto 49.1.2. del presente Capitolato posto su un massetto in conglomerato cementizio previa interposizione di uno strato di malta idraulica o cementizia che costituirà il letto di posa.

I pietrini saranno previamente bagnati per immersione. A posa ultimata si procederà alla boiacatura della superficie con cemento puro, onde chiudere le connessure.

44.2. PAVIMENTAZIONI CONTINUE

44.2.1. Pavimentazione in asfalto colato

Sarà costituita da uno strato dello spessore di 20 mm posto in opera sopra una fondazione di conglomerato cementizio di spessore non inferiore a 10 cm. Negli spazi carrabili lo strato avrà spessore maggiorato a 25 ÷ 30 mm e sarà posto in opera su analoga fondazione di spessore non inferiore a 15 cm. Alla pavimentazione verrà dato, salvo casi particolari, profilo a falda piana con pendenza del 2,5% verso l'orlatura.

L'impasto sarà composto con mastice d'asfalto (47% in massa), bitume (3% in massa) e graniglia o ghiaietto 2/10 mm (50% in massa). La fusione o preparazione del mastice e la miscela dei vari componenti per la formazione del colato saranno eseguite a mezzo di caldaia appositamente attrezzata per una perfetta mescolatura; gli impasti dovranno essere lavorati a temperatura compresa fra 170 e 200 °C. La durata del riscaldamento e della mescolazione non dovrà essere inferiore a 5 ore, salvo preriscaldamento degli aggregati a mezzo di essiccatore a tamburo.

Lo strato di asfalto sarà steso ad una temperatura di almeno 160 °C, in unico strato, a mezzo di apposite spatole di legno o altro idoneo sistema. L'intera superficie del manto, immediatamente dopo la stesa, dovrà essere ricoperta di graniglia fine, perfettamente pulita e lavata, di granulometria compresa fra 1 ÷ 3 mm; la superficie inoltre dovrà essere suddivisa in figure geometriche, secondo le disposizioni della Direzione, mediante solcature di larghezza e profondità non superiori a 3 mm.

44.2.2. Pavimentazione in battuto di cemento

Sarà costituita da un unico strato di malta cementizia a 500 kg, dello spessore di 20 mm, posta in opera su massetto di conglomerato cementizio di spessore non inferiore a 10 o 15 cm per i casi di cui al precedente punto 96.2.1.

Prima di stendere la malta la superficie del massetto dovrà essere accuratamente ripulita e lavata con acqua in pressione. Si procederà quindi alla stesa dell'impasto cementizio, allo spessore prescritto, curando attraverso guide prestabilite la perfetta regolarità della superficie e la pendenza necessaria. La malta verrà poi lisciata, arricchita nella superficie a vista con spolveratura di cemento puro, infine verrà rigata a disegno (quadroni) e bocciardata.

A lavoro ultimato la pavimentazione dovrà essere accuratamente protetta fino al completo indurimento della malta, onde evitare fessurazioni e danni di qualsiasi genere.

44.3. ORLATURE ⁽³⁶²⁾

Si rimanda, per tali categorie di lavoro, al punto 80.4. del presente Capitolato.

CATEGORIE	Larghezza	Lunghezza
1° Categoria	37	80
2° Categoria	32	70
3° Categoria	27	60

⁽³⁶²⁾ Con riguardo alla classificazione è il caso di annotare che nella pratica locale esistono altri tipi di classifica, fuori norme UNI, quale ad esempio quello riportato nella presente tabella:

CAPO 4 - NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

Art. 45 NORME GENERALI

45.1. OBBLIGHI E ONERI COMPRESI E COMPENSATI CON I PREZZI DI APPALTO

I lavori saranno valutati esclusivamente con i prezzi in contratto al netto del ribasso o aumento contrattuale; tali prezzi devono ritenersi accettati dall'Appaltatore in base a calcoli di sua convenienza e a tutto suo rischio.

Nei prezzi netti contrattuali sono compresi e compensati sia tutti gli obblighi ed oneri generali e speciali richiamati e specificati nel presente Capitolato e negli altri Atti contrattuali, sia gli obblighi ed oneri, che se pur non esplicitamente richiamati, devono intendersi come insiti e consequenziali nella esecuzione delle singole categorie di lavoro e del complesso delle opere, e comunque di ordine generale e necessari a dare i lavori completi in ogni loro parte e nei termini assegnati.

Pertanto l'Appaltatore, nel formulare la propria offerta, ha tenuto conto oltre che di tutti gli oneri menzionati, anche di tutte le particolari lavorazioni, forniture e rifiniture eventuali che fossero state omesse negli atti e nei documenti del presente appalto, ma pur necessarie per rendere funzionali le opere e le costruzioni in ogni loro particolare e nel loro complesso, onde dare i lavori appaltati rispondenti sotto ogni riguardo allo scopo cui sono destinati.

Nei prezzi contrattuali si intendano quindi sempre compresi e compensati ogni spesa principale ed accessoria; ogni fornitura, ogni consumo, l'intera mano d'opera specializzata, qualificata e comune, ogni carico, trasporto e scarico in ascesa e discesa; ogni lavorazione e magistero per dare i lavori completamente ultimati nel modo prescritto e ciò anche quando non fosse stata fatta esplicita dichiarazione nelle norme di accettazione e di esecuzione sia nel presente Capitolato che negli altri Atti dell'Appalto, compreso l'Elenco Prezzi; tutti gli oneri ed obblighi derivanti, precisati nel presente Capitolato ed in particolare nell'art. 27; ogni spesa generale nonché l'utile dell'Appaltatore.

45.2. VALUTAZIONE E MISURAZIONE DEI LAVORI

Le norme di valutazione e misurazione che seguono si applicheranno per la contabilizzazione di tutte le quantità di lavoro da compensarsi a misura e che risulteranno eseguite.

Per gli appalti effettuati a corpo le stesse norme si applicheranno per valutazione delle eventuali quantità di lavoro risultanti in un aumento o in detrazione rispetto a quelle compensate con il prezzo forfettario, a seguito di variazioni delle opere appaltate che si rendessero necessarie in corso d'opera ⁽³⁶³⁾.

Salvo le particolari disposizioni delle singole voci di Elenco, i prezzi dell'Elenco stesso facente parte del contratto si intendono applicabili ad opere eseguite secondo quanto prescritto e precisato negli Atti dell'Appalto, siano esse di limitata entità o eseguite a piccoli tratti, a qualsiasi altezza o profondità, oppure in luoghi comunque disagiati, in luoghi richiedenti l'uso di illuminazione artificiale o in presenza d'acqua (con l'onere dell'esaurimento).

L'Appaltatore sarà tenuto a presentarsi, a richiesta della Direzione Lavori, alle misurazioni e constatazioni che questa ritenesse opportune; peraltro sarà obbligato ad assumere esso stesso l'iniziativa per le necessarie verifiche, e ciò specialmente per quelle opere e somministrazioni che nel progredire del lavoro non potessero più essere accertate ⁽³⁶⁴⁾.

Le quantità dei lavori e delle provviste saranno determinate con metodi geometrici o a numero o a massa in relazione a quanto è previsto nell'Elenco Prezzi. I lavori saranno liquidati in base alle misure fissate dal progetto anche se in sede di controllo dovessero rilevarsi misure superiori. Soltanto nel caso che la Direzione Lavori avesse ordinato per iscritto maggiori dimensioni se ne terrà conto nella contabilizzazione; in nessun caso saranno però accettate

⁽³⁶³⁾ Comunque ordinate dalla Direzione dei lavori, previa autorizzazione dell'Amministrazione.

⁽³⁶⁴⁾ Resta precisato peraltro che l'Appaltatore avrà comunque l'onere di predisporre in dettaglio tutti i disegni contabili delle opere realizzate e delle lavorazioni eseguite, con le quote necessarie, in piante, prospetti, sezioni, ecc., atte a sviluppare i necessari calcoli di contabilità correlati a dette misure, da disporsi anch'essi a cura dello stesso Appaltatore. I disegni contabili ed i relativi calcoli saranno approntati su supporto digitale ed almeno in duplice copia su idoneo supporto cartaceo.

dimensioni minori di quelle ordinate, le quali potranno essere motivo di rifacimento a carico dell'Appaltatore.

Le misure saranno prese in contraddittorio man mano che si procederà all'esecuzione dei lavori e riportate su appositi libretti; restano comunque salve, in occasione delle operazioni di collaudo, le possibilità di ulteriori verifiche e di eventuali rettifiche.

45.3. LAVORI INCOMPLETI

Qualora determinate categorie di lavoro, per motivi diversi, non risultassero portate a compimento, e sempre che questo non fosse pregiudizievole per il complesso dell'appalto sotto l'aspetto della necessaria funzionalità generale, sarà facoltà della Direzione Lavori di accettarne la contabilizzazione opportunamente parzializzata o di escluderle dal conto finale. La valutazione sarà fatta caso per caso, a insindacabile giudizio della stessa Direzione.

Art. 46 VALUTAZIONE DEI LAVORI IN ECONOMIA

Le prestazioni in economia ed i noleggi, ove non espressamente previsti in progetto, saranno del tutto eccezionali e potranno verificarsi solo per i lavori secondari. Tali prestazioni non verranno comunque riconosciute se non corrisponderanno ad un preciso ordine di servizio o autorizzazione preventiva da parte della Direzione Lavori.

46.1. MANO D'OPERA – MERCEDI

Per le prestazioni di mano d'opera saranno osservate le disposizioni e convenzioni stabilite dalle leggi e dai contratti collettivi di lavoro, stipulati e convalidati a norma delle leggi sulla disciplina giuridica dei rapporti collettivi.

Nel prezzo della mano d'opera dovrà intendersi compresa e compensata ogni spesa per fornire gli operai degli attrezzi ed utensili del mestiere e per la loro manutenzione, la spesa per l'illuminazione dei cantieri in eventuali lavori notturni, nonché la quota per assicurazioni sociali, per gli infortuni ed accessori di ogni specie, le spese generali e l'utile dell'Appaltatore.

46.2. NOLI

Nel prezzo dei noli dovrà intendersi compresa e compensata ogni spesa per dare le macchine perfettamente funzionanti in cantiere, con le caratteristiche richieste, complete di conducenti, operai specializzati e relativa manovalanza; la spesa per il combustibile e/o il carburante, l'energia elettrica, il lubrificante e tutto quanto necessario per l'eventuale montaggio e smontaggio, per l'esercizio e per la manutenzione ordinaria e straordinaria delle macchine; l'allontanamento delle stesse a fine lavori.

Dovranno ancora intendersi comprese le quote di ammortamento, manutenzione e inoperosità, le spese per i pezzi di ricambio, le spese generali e l'utile dell'Appaltatore.

46.3. MATERIALI A PIÈ D'OPERA ⁽³⁶⁵⁾

Nel prezzo dei materiali approvvigionati a piè d'opera dovranno intendersi compresi e compensati tutti gli oneri e le spese necessarie per dare i materiali in cantiere pronti all'impiego, in cumuli, strati, fusti, imballaggi, ecc., facili a misurare, nel luogo stabilito dalla Direzione Lavori. Nel prezzo dovrà altresì intendersi compreso l'approntamento di ogni strumento o apparecchio di misura occorrente, l'impiego ed il consumo dei mezzi d'opera, la mano d'opera necessaria per le misurazioni, le spese generali, l'utile dell'Appaltatore ed ogni spesa ed incidenza per forniture, trasporti, cali, perdite, sfridi, ecc.

Tutte le provviste dei materiali dovranno essere misurate con metodi geometrici, a peso o a numero, come disposto dal presente Capitolato e nell'art. 28 del Capitolato Generale.

Art. 47 VALUTAZIONE DEI LAVORI A MISURA

Nel prezzo dei lavori valutati a misura dovranno intendersi comprese tutte le spese per la fornitura, carico, trasporto, scarico, lavorazione e posa in opera dei vari materiali, tutti i mezzi e la mano d'opera necessari, le imposte

⁽³⁶⁵⁾ Resta precisato peraltro che l'Appaltatore avrà comunque l'onere di predisporre tutti i disegni contabili delle lavorazioni eseguite, con le quote necessarie, in piante, prospetti, sezioni, ecc. atte a sviluppare i necessari calcoli di contabilità correlati a dette misure, da disporsi anch'essi a cura dello stesso Appaltatore. I disegni contabili ed i relativi calcoli saranno approntati su supporto digitale ed almeno in duplice copia su idoneo supporto cartaceo.

di ogni genere, le indennità di cava, i passaggi provvisori, le occupazioni per l'impianto dei cantieri, le opere provvisorie di ogni genere ed entità, le spese generali, l'utile dell'Appaltatore e quant'altro possa occorrere per dare le opere compiute a regola d'arte.

47.1. DEMOLIZIONI E RIMOZIONI

I prezzi fissati in Elenco per le demolizioni e rimozioni si applicheranno al volume o alla superficie effettiva (secondo il tipo di misurazione prevista) delle murature e strutture da demolire o rimuovere. Tali prezzi comprendono i compensi per gli oneri ed obblighi specificati nell'art. 60 ed in particolare i ponti di servizio, le impalcature, le armature e sbadacchiature, nonché la scelta, la pulizia, il deposito o il trasporto a rifiuto dei materiali ⁽³⁶⁶⁾.

La demolizione dei fabbricati, di ogni tipo e struttura, se non diversamente disposto verrà compensata a metro cubo vuoto per pieno, limitando la misura in altezza dal piano di campagna alla linea di gronda del tetto. Rimarrà comunque a carico dell'Appaltatore l'onere della demolizione delle pavimentazioni del piano terreno e delle fondazioni di qualsiasi genere.

I materiali utilizzabili che dovessero venire reimpiegati dall'Appaltatore, su richiesta o autorizzazione della Direzione Lavori, verranno addebitati allo stesso al prezzo fissato per i corrispondenti materiali nuovi diminuito del 20% ovvero, in mancanza, istituendo apposito nuovo prezzo. L'importo complessivo dei materiali così valutati verrà detratto dall'importo dei lavori, in conformità al disposto dell'Art. 36 del Capitolato Generale.

47.2. SCAVI IN GENERE

47.2.1. Oneri generali

Oltre agli obblighi particolari emergenti dal presente articolo, con i prezzi di Elenco per gli scavi in genere l'Appaltatore dovrà ritenersi compensato per tutti gli oneri e le spese che esso dovrà incontrare per:

- l'esecuzione degli scavi con qualsiasi mezzo, i paleggi, l'innalzamento, il carico, il trasporto e lo scarico in rilevato e/o a rinterro e/o a rifiuto fino alla distanza di km ⁽³⁶⁷⁾ nell'ambito del cantiere e di km ⁽³⁶⁸⁾ fuori del cantiere, la sistemazione delle materie di rifiuto, escluse le eventuali indennità di discarica, da compensarsi a parte;
- la preparazione dei provini di materiale da sottoporre ad eventuali prove di schiacciamento in laboratorio, escluso l'onere economico di tali prove a norma dell'art. 15, comma 7, del Capitolato Generale d'Appalto;
- la regolarizzazione delle scarpate o pareti, anche in roccia, lo spianamento del fondo, la formazione di gradoni, il successivo rinterro attorno alle murature o drenaggi, attorno e sopra le condotte di qualsiasi genere, secondo le sagome definitive di progetto;
- le puntellature, sbadacchiature ed armature di qualsiasi importanza e genere, secondo tutte le prescrizioni del presente Capitolato, comprese le composizioni, scomposizioni, estrazioni ed allontanamento, nonché sfridi, deterioramenti e perdite parziali o totali del legname o dei ferri, escluso l'armamento a cassa chiusa da valutarsi con apposito compenso;
- le impalcature, i ponti e le costruzioni provvisorie occorrenti sia per l'esecuzione dei trasporti delle materie di scavo, sia per consentire gli accessi ai posti di scavo e sia infine per garantire la continuità di passaggi, attraversamenti, ecc.

Nel caso di scavi in materie di qualsiasi natura e consistenza ⁽³⁶⁹⁾ si intendono compensati nel relativo prezzo, se non diversamente disposto, i trovanti rocciosi ed i relitti di murature di volume non superiore a 0,5 m³; quelli invece di cubatura superiore verranno compensati con i relativi prezzi di Elenco ed il loro volume verrà detratto da quello degli scavi di materie.

Per gli scavi oltre i limiti assegnati, non solo non si terrà conto del maggiore lavoro effettuato, ma

⁽³⁶⁶⁾ Alle pubbliche discariche del Comune in cui si eseguono i lavori od alla discarica del comprensorio di cui fa parte il Comune medesimo o in subordine, in assenza di pubbliche discariche o per motivi di economia, su aree da procurarsi a cura e spese dell'Appaltatore, appositamente autorizzate dagli Enti preposti alla tutela ambientale ed accettate dalla Direzione dei lavori. Il trasporto a rifiuto dei materiali, se non diversamente disposto, si intende compreso nel prezzo delle condizioni entro una distanza di 5 km dal cantiere. In ogni caso risulta esclusa l'eventuale indennità di discarica, da compensarsi a parte.

⁽³⁶⁷⁾ Da 1 a 5 km, o per l'intero cantiere e comunque in accordo con le specifiche particolari di Elenco.

⁽³⁶⁸⁾ Al massimo, di norma, fino a 5 km dal cantiere.

⁽³⁶⁹⁾ Per materie di qualsiasi natura e consistenza si intendono terreni costituiti da limi, argille, sabbie, ghiaie (anche debolmente cementate), detriti alluvionali, ecc., ed in ogni caso materie attaccabili a mezzo di escavatore.

l'Appaltatore dovrà a sue spese rimettere in sito le materie scavate in eccesso e comunque provvedere a quanto necessario per garantire la regolare esecuzione delle opere.

Tutti i materiali provenienti dagli scavi dovranno considerarsi di proprietà dell'Amministrazione appaltante, che ne disporrà come riterrà più opportuno. L'Appaltatore potrà usufruire dei materiali stessi, se riconosciuti idonei dalla Direzione Lavori, ma limitatamente ai quantitativi necessari all'esecuzione delle opere appaltate e per quelle categorie di lavoro per le quali è stabilito il prezzo di Elenco per l'impiego dei materiali provenienti dagli scavi.

Per il resto competerà all'Appaltatore l'onere del caricamento, trasporto e sistemazione dei materiali nei luoghi stabiliti dalla Direzione ovvero, quando di tali materiali non ne risultasse alcun fabbisogno, a rifiuto⁽³⁷⁰⁾.

Agli effetti della contabilizzazione in acconto, i prezzi per i movimenti di materie si considerano riferiti per l'80% ai movimenti veri e propri e per il 20% ai lavori di finitura (profilatura delle scarpate e dei cigli, regolarizzazione dei tagli, sistemazione dei riempimenti o delle discariche, ecc.). Di conseguenza i relativi acconti, alla cui liquidazione si provvedesse prima ancora dei prescritti lavori di finitura, non potranno superare l'80% dell'acconto liquidabile a lavoro completamente eseguito. Il residuo 20% sarà accreditato all'Appaltatore negli stati di avanzamento susseguenti alla completa esecuzione di detti lavori.

47.2.2. Scavi di sbancamento

Il volume degli scavi di sbancamento verrà determinato col metodo delle sezioni ragguagliate, che verranno rilevate in contraddittorio dall'Appaltatore all'atto della consegna e, ove necessario per l'esatta definizione delle quote e delle sagome di scavo, anche ad operazioni ultimate⁽³⁷¹⁾.

Nelle sistemazioni stradali ed esterne in genere, lo scavo del cassonetto (nei tratti in trincea), delle cunette, dei fossi di guardia e dei canali sarà pagato col prezzo degli scavi di sbancamento. Altresì saranno contabilizzati come scavi di sbancamento gli scavi e tagli da praticare nei rilevati già eseguiti, per la costruzione di opere murarie di attraversamento e consolidamento, per tutta la parte sovrastante il terreno preesistente alla formazione dei rilevati stessi.

47.2.3. Scavi di fondazione

Il volume degli scavi di fondazione sarà computato come prodotto delle superficie della fondazione per la sua profondità sotto il piano di sbancamento o del terreno naturale; tale volume sarà eventualmente frazionato, in rapporto alle diverse zone di profondità previste dai prezzi di Elenco. Ove la fondazione fosse eseguita con impiego di casseforme, la larghezza dello scavo sarà maggiorata di 70 cm in direzione perpendicolare alle stesse (spazio operativo)⁽³⁷²⁾.

Per gli scavi con cigli a quota diversa, il volume verrà calcolato col metodo delle sezioni successive, valutando però in ogni sezione come volume di fondazione la parte sottostante al piano orizzontale passante per il ciglio più depresso; la parte sovrastante sarà considerata volume di sbancamento e come tale sarà riportata nei relativi computi.

Qualora il fondo dei cavi venisse ordinato con pareti scampanate, la base di fondazione di cui in precedenza si intenderà limitata alla proiezione delle sovrastanti pareti verticali e lo scavo di scampanatura, per il suo effettivo volume, andrà in aggiunta a quello precedentemente computato.

Negli scavi occorrenti per la costruzione delle opere di sottosuolo, quali fognature, acquedotti, ecc. la larghezza massima dei cavi sarà commisurata, salvo diversa disposizione, al diametro esterno dei tubi aumentato di 40 + D/4 cm⁽³⁷³⁾, con un minimo contabile di 60 cm di larghezza per profondità di scavo fino a 1,50 m, di 80 cm per profondità da oltre 1,50 a 3,00 m, e di 100 cm per maggiori profondità.

⁽³⁷⁰⁾ Qualora nei lavori di movimenti di terra o di materie in genere trasporto fosse valutato a parte, il volume delle materie esuberanti trasportato agli scarichi sarà desunto dalla differenza fra il volume di tutti gli scavi e quello di tutti i riporti e riempimenti, qualunque fosse stato l'ordine ed il tempo nei quali furono eseguiti i diversi movimenti di materie, senza tenere conto dell'aumento delle materie scavate, né dell'incompleto assestamento delle materie riportate. La distanza del trasporto, nel caso di cantiere esteso oltre 1 km, sarà riferita al baricentro del cantiere (salvo diversa disposizione).

⁽³⁷¹⁾ Per volumi di scavo di limitata estensione e/o di sagoma particolare la misurazione potrà venire effettuata anche con metodi geometrici di maggiore approssimazione.

⁽³⁷²⁾ Nel caso di strutture particolari che richiedano l'impiego di ponteggi ed altre opere provvisorie lo spazio operativo potrà essere maggiore e sarà insindacabilmente valutato dalla Direzione dei lavori.

⁽³⁷³⁾ La larghezza sarà comunque considerata in valore multiplo di 5 cm con arrotondamento alla misura immediatamente inferiore o superiore.

Per gli scavi di fondazione da eseguire con l'impiego di casseri, paratie e simili strutture, sarà incluso nello scavo di fondazione anche il volume occupato dalle strutture stesse.

47.3. RILEVATI E RINTERRI

Il volume dei rilevati e dei rinterrati sarà misurato col metodo delle sezioni ragguagliate, ovvero per volumi di limitata entità e/o di sagoma particolare, con metodi geometrici di maggiore approssimazione.

Il volume dei rilevati e dei rinterrati eseguiti con materiali provenienti da cave di prestito verrà ricavato come differenza tra il volume totale del rilevato o rinterro eseguito secondo le sagome ordinate ed il volume degli scavi contabilizzati e ritenuti idonei per l'impiego in rilevato⁽³⁷⁶⁾. Nel computo non dovrà tenersi conto del maggior volume dei materiali che l'Appaltatore dovesse impiegare per garantire i naturali assestamenti dei rilevati o rinterrati e far sì che gli stessi assumano la sagoma prescritta al cessare degli assestamenti.

Nel prezzo dei rilevati con materiali provenienti da cave di prestito si intendono compresi gli oneri relativi all'acquisto dei materiali idonei in cave di prestito private, alla sistemazione delle cave a lavoro ultimato; le spese per permessi, oneri e diritti per estrazione dai fiumi e simili e da aree demaniali e, per quanto applicabili, gli oneri tutti citati per gli scavi di sbancamento. Il prezzo relativo alla sistemazione dei rilevati comprende anche gli oneri della preparazione del piano di posa degli stessi, quali l'eliminazione di piante, erbe e radici, nonché di materie contenenti sostanze organiche⁽³⁷⁷⁾.

Tutti gli scavi per la formazione del piano di posa (scoticamento, bonifica, gradonatura) saranno valutati a misura con i prezzi unitari di Elenco relativi agli scavi di sbancamento. Per i rilevati costipati meccanicamente gli scavi per la preparazione dei piani di posa verranno valutati solo se spinti, su richiesta della Direzione, a profondità superiore a 20 cm dal piano di campagna ed unicamente per i volumi eccedenti tale profondità⁽³⁷⁷⁾.

Nella formazione dei rilevati sono compresi l'onere della stesa a strati delle materie negli spessori prescritti, la formazione delle banchine e dei cigli, se previsti, e la profilatura delle scarpate. Nei rilevati inoltre non si darà luogo a contabilizzazioni di scavo di cassonetto ed il volume dei rilevati sarà considerato per quello reale, dedotto, per la parte delle carreggiate, quello relativo al cassonetto.

Dal computo del volume dei rilevati non dovranno detrarsi i volumi occupati da eventuali manufatti di attraversamento, qualora la superficie complessiva della sezione retta degli stessi dovesse risultare non superiore a 0,50 m²⁽³⁷⁸⁾.

47.4. PALI DI FONDAZIONE

Il prezzo dei pali, oltre a quanto particolarmente previsto per ciascun tipo, comprende le eventuali perforazioni a vuoto (limitatamente al 10% della lunghezza di ciascun palo), le prove di carico sperimentali e quelle di collaudo, così come stabilito all'art. 64 del presente Capitolato. Nessuna maggiorazione di prezzo competerà per l'esecuzione di pali comunque inclinati e di qualunque tipo (se non diversamente prescritto). Fatto salvo comunque quanto diversamente previsto in Elenco Prezzi.

47.4.1. Pali battuti o trivellati formati in opera

Per tale tipo di pali, il prezzo a metro lineare comprende anche l'onere dell'infissione del tubo-forma, l'escavazione del foro inclusi i trovanti in roccia estraibili con i normali metodi di scavo⁽³⁷⁹⁾, l'eventuale ammorsatura in roccia per la profondità corrispondente ad un diametro, la fornitura, il getto ed il costipamento del calcestruzzo, il ritiro graduale del tubo forma, l'eventuale posa di una controcamicia di lamierino per il contenimento del getto nella

⁽³⁷⁶⁾ In formula, il volume dei materiali provenienti da cava di prestito sarà convenzionalmente così dedotto e rappresentato:

$$V_{sp} = V_r - V_s - 0,20A + V_a \quad \text{dove:}$$

V_r = volume totale dei rilevati e dei riempimenti per l'intera lunghezza del lotto;

V_s = volume degli scavi di sbancamento, di fondazione, a pozzo e in galleria per le quantità ritenute utili dalla Direzione Lavori per il reimpiego;

A = area della sistemazione dei piani di posa dei rilevati;

V_a = volume dei materiali utilizzati per altri lavori od opere del cantiere.

⁽³⁷⁷⁾ Se non diversamente disposto dall'Elenco prezzi.

⁽³⁷⁸⁾ La superiore norma non dovrà ritenersi estensibile ai rinterrati.

⁽³⁷⁹⁾ Resta invece escluso l'eventuale impiego dello scalpello o di altre attrezzature speciali per l'attraversamento di trovanti in roccia dura non estraibili con i normali metodi di scavo e per l'ammorsatura in roccia dura da mina, che verranno compensati con i relativi prezzi di Elenco.

parte in acqua (se non diversamente specificato) e l'onere dell'eventuale foratura a vuoto (con il limite di cui alle generalità). Resterà invece esclusa l'eventuale fornitura e posa in opera dell'armatura metallica che verrà compensata con il relativo prezzo di Elenco.

Per i pali eseguiti con l'impiego di fanghi bentonici, fermi restando tutti gli oneri in precedenza indicati, in quanto applicabili, resta stabilito che la loro lunghezza sarà determinata dalla quota di posa del plinto, sino alla massima profondità accertata al termine della fase di perforazione.

Nei prezzi di tutti i pali trivellati eseguiti in opera, di qualunque diametro, dovrà sempre intendersi compreso l'onere dell'estrazione e trasporto a rifiuto delle materie provenienti dalla perforazione.

47.5. MURATURE

47.5.0. Norme generali

Le murature in genere, salvo le eccezioni specificate di seguito, dovranno essere misurate geometricamente, in base al loro volume o alla loro superficie, secondo la categoria, con misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci. Sarà fatta detrazione delle aperture di luce superiore a 1,0 m² e dei vuoti di canne, gole per tubazioni e simili che abbiano sezione superiore a 0,25 m², rimanendo per questi ultimi, all'Appaltatore, l'onere per la successiva eventuale loro chiusura con materiale di cotto o di tipo diverso, secondo prescrizione.

Allo stesso modo sarà fatta detrazione per il volume corrispondente alla parte incastrata di pilastri, piattabande, ecc. di strutture diverse, nonché di pietre naturali o artificiali da valutarsi con altri prezzi di Elenco.

Nei prezzi delle murature si intenderà sempre compresa ogni e qualunque spesa per impalcature e ponti di servizio, per la fornitura e messa in opera dei materiali, per l'esecuzione del parametro ordinario con pietra rasa e testa scoperta (cioè senza speciale lavorazione) nonché per la formazione delle feritoie, se occorrenti, regolari e regolarmente disposte.

Nei prezzi delle murature di qualsiasi specie, qualora non eseguite con paramento a faccia vista, si intenderà ancora compreso il rinzafo delle facce viste dei muri, anche se a queste dovranno successivamente addossarsi materie per la formazione di rintocchi; sarà altresì compreso ogni onere per la formazione di spalle, sguinci, spigoli, strombature, incassature per imposte di archi, volte e piattabande, nonché per la formazione degli incastri per il collocamento in opera di pietre da taglio o artificiali.

Nei prezzi delle murature da eseguire con materiali di proprietà dell'Amministrazione sarà compreso ogni trasporto, ripulitura e adattamento dei materiali per renderli idonei all'impiego, nonché il loro collocamento in opera. Le murature eseguite con materiali ceduti all'Appaltatore saranno valutate con i prezzi delle murature eseguite con materiale fornito dall'Appaltatore, diminuiti del 20% (salvo diversa disposizione), intendendosi con la differenza compreso o compensato ogni trasporto ed ogni onere di lavorazione, collocamento in opera, ecc.

47.5.1. Muratura a secco – Riempimenti di pietrame – Vespai

La muratura di pietrame a secco sarà valutata per il suo effettivo volume; il prezzo comprende l'onere della formazione di un cordolo in conglomerato cementizio di coronamento.

Il riempimento di pietrame a ridosso delle murature, o comunque effettuato, sarà valutato a metro cubo, per il suo volume effettivo misurato in opera.

I vespai saranno di norma valutati a metro cubo in opera se realizzati in pietrame, a metro quadrato di superficie se realizzati in laterizio. In ogni caso la valutazione deve ritenersi comprensiva di tutti gli oneri particolarmente riportati al punto 67.3.3.

47.5.2. Muratura mista di pietrame e mattoni

La muratura di pietrame e mattoni sarà misurata come le murature in genere; con i relativi prezzi di Elenco si intendono compensati tutti gli oneri di cui al punto 67.4.3. del presente Capitolato per l'esecuzione in mattoni di spigoli, angoli, spallette, squarci, parapetti, ecc.

47.5.3. Muratura in pietra da taglio

La muratura in pietra da taglio da valutarsi a volume verrà sempre misurata in base al minimo parallelepipedo retto circoscrivibile a ciascun pezzo; quella da valutarsi a superficie (lastre di rivestimento a spessore, lastroni, ecc.) sarà misurata in base al minimo rettangolo circoscrivibile. I pezzi da valutare a lunghezza saranno misurati secondo il lato di maggiore sviluppo.

Nei prezzi di Elenco sono compresi e compensati tutti gli oneri di cui al punto 67.5. del presente Capitolato.

47.5.4. Murature di mattoni ad una testa o in foglio

Le murature di mattoni a una testa o in foglio si misureranno a vuoto per pieno, al rustico, deducendo soltanto le aperture di superficie superiore ad 1,00 m².

47.5.5. Paramenti delle murature

I prezzi stabiliti in Elenco per la lavorazione delle facce viste, con valutazione separata dalla muratura, comprendono non solo il compenso per la lavorazione delle facce viste, dei piani di posa e di combaciamento, ma anche quello per l'eventuale maggiore costo del materiale di rivestimento, qualora questo fosse previsto di qualità e provenienza diversa da quello del materiale impiegato per la costruzione della muratura interna.

La misurazione dei paramenti in pietrame e delle cortine di mattoni verrà effettuata per la loro superficie effettiva, dedotti i vuoti e le parti occupate da pietra da taglio o artificiale ⁽³⁸⁰⁾.

47.6. CALCESTRUZZI E CONGLOMERATI CEMENTIZI

I calcestruzzi per fondazioni, murature, volte, ecc., gli smalti ed i conglomerati cementizi in genere, costruiti di getto in opera, saranno di norma valutati in base al loro volume, escludendosi dagli oneri la fornitura e posa in opera degli acciai per i cementi armati, che verranno considerati a parte.

I calcestruzzi ed i conglomerati saranno misurati in opera in base alle dimensioni prescritte, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché inevitabile, e dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori, trascurando soltanto la deduzione delle eventuali smussature previste in progetto agli spigoli (di larghezza non superiore a 10 cm) e la deduzione del volume occupato dai ferri.

Nei prezzi di Elenco dei calcestruzzi, smalti e conglomerati cementizi, armati o meno, sono compresi e compensati la fornitura e la posa in opera di tutti i materiali necessari, la mano d'opera, i ponteggi, le attrezzature ed i macchinari per la confezione ed in genere tutti gli obblighi ed oneri esecutivi particolarmente riportati agli artt. 68, 69, 70, 71 del presente Capitolato; sono altresì compresi, se non diversamente disposto, gli stampi di ogni forma, i casseri le casseforme di contenimento, le armature e centinature di ogni forma e dimensione, il relativo disarmo, nonché l'eventuale rifinitura dei getti.

L'impiego di eventuali aeranti, plastificanti, impermeabilizzanti, acceleranti di presa e additivi in genere nei calcestruzzi e nei conglomerati darà diritto unicamente al compenso del costo di detti materiali.

Il conglomerato cementizio per volte, ponticelli, tubolari rettangolari od ovoidali, da eseguire in opera o fuori opera, ove non diversamente specificato, sarà contabilizzato come conglomerato ordinario, secondo la dosatura o altro tipo di classifica, qualunque fossero le difficoltà o le modalità del getto.

I lastroni di copertura in cemento armato saranno valutati, se previsti in Elenco, a superficie, comprendendo per essi nel relativo prezzo anche i ferri di armatura e la malta per la messa in opera. In caso diverso, rientreranno nella categoria del cemento armato.

Per gli elementi a carattere ornamentale gettati fuori opera (pietre artificiali), la misurazione verrà effettuata considerando il minimo parallelepipedo retto di base rettangolare circoscrivibile a ciascun pezzo ed il prezzo dovrà ritenersi comprensivo, oltre che dell'armatura metallica, anche di ogni onere di collocazione.

47.7. CASSEFORME – ARMATURE – CENTINATURE

Le strutture di cui al presente titolo, se non diversamente specificato, dovranno sempre intendersi comprese e compensate con i prezzi di Elenco relative alle categorie di lavoro per le quali le strutture stesse sono necessarie, murature o conglomerati che siano.

In nessun caso saranno però pagate a parte le armature di sostegno dei casseri occorrenti per getti in conglomerato cementizio semplice o armato di strutture a sviluppo verticale (pilastri, muri, ecc.) in elevazione, in quanto tale onere dovrà sempre intendersi compreso e compensato nel prezzo relativo di Elenco.

⁽³⁸⁰⁾ Se non diversamente disposto, ed eccettuati i casi di paramenti in pietrame da applicare alle facce viste di strutture murarie non eseguite in pietrame (calcestruzzi, conglomerati, ecc., nei quali si applicheranno prezzi separati per il nucleo e per il paramento), tutte le murature, tanto interne che di rivestimento, saranno valutate applicando al loro volume complessivo il prezzo che compete alla muratura greggia ed alle superfici delle facce viste lavorate i sovrapprezzi stabiliti secondo la specie di paramento prescritto ed eseguito.

Il prezzo delle strutture provvisorie di cui sopra è comprensivo di tutti gli oneri relativi alla fornitura dei materiali, alla mano d'opera, alla costruzione, al montaggio, disarmo, sfrido, chioderia, ecc. nonché di ogni altro onere per dare il lavoro compiuto a perfetta regola.

47.7.1. Casseforme e armature secondarie (381)

Le casseforme e armature secondarie, ove il relativo onere non fosse compenetrato nel prezzo dei calcestruzzi e/o dei conglomerati, saranno computate in base allo sviluppo delle facce a contatto del calcestruzzo e/o conglomerato, escludendo di norma le superfici superiori dei getti con inclinazione sull'orizzontale inferiore al 50%.

Per le solette e gli sbalzi gettati su nervature prefabbricate, per il caso di cui sopra, verrà sempre applicato l'apposito prezzo di Elenco, ancorquando la soletta venisse gettata senza l'uso di vere e proprie casseforme o venisse gettata fuori opera e collegata alle nervature con getti di sigillo.

47.7.2. Armature principali

L'onere delle armature principali di sostegno delle casseforme per i getti di conglomerato cementizio, semplice o armato, a qualunque altezza, è compreso in genere nei prezzi di Elenco relativi a detti getti e, nel caso di valutazione scorporata delle casseforme, nel prezzo relativo a queste ultime. Lo stesso vale per le armature di sostegno delle casseforme per piattabande, travate e sbalzi, o di sostegno della centinatura per volte, per opere fino a 10,00 m di luce netta o di aggetto.

Per luci maggiori le armature principali di sostegno saranno compensate a parte e saranno valutate con i seguenti criteri: per ciascuna luce dell'opera si farà la classifica dell'armatura in base alla luce retta, misurata al piano di imposta tra i fili interni dei piedritti (pile, spalle e verticale sull'intradosso della sezione di imposta degli archi) e si applicherà il relativo prezzo alla superficie determinata, in proiezione orizzontale, dalla larghezza totale dell'impalcato compresi gli sbalzi e dalla luce sopra considerata.

Qualora l'altezza media dell'impalcato, intesa come rapporto tra l'area della superficie verticale longitudinale ed assiale del manufatto (compresa tra intradosso delle nervature, profilo del terreno e piedritti) e la luce superiori 10,00 m, si applicherà un sovrapprezzo percentuale al prezzo del corrispondente articolo di Elenco per ogni zona di 5,00 m oltre l'altezza media.

Il compenso per armature di sostegno non è dovuto, in quanto compenetrato nel prezzo, nel caso di strutture in acciaio o con nervature principali in acciaio.

47.8. ACCIAIO PER STRUTTURE IN C.A. E C.A.P.

47.8.1. Acciaio per strutture in cemento armato ordinario

La massa delle barre di acciaio normale per l'armatura delle strutture in conglomerato cementizio verrà determinata mediante la massa teorica corrispondente alle varie sezioni resistenti e lunghezze risultanti dai calcoli e dagli esecutivi approvati, trascurando le quantità superiori, le legature e le sovrapposizioni per le giunte non previste né necessarie. La massa dell'acciaio verrà in ogni caso determinata moltiplicando lo sviluppo lineare effettivo di ogni barra (seguendo sagomature ed uncinature) per la massa unitaria di 7,85 kg/dm³.

Resta inteso che l'acciaio per cemento armato ordinario sarà dato in opera nelle casseforme, con tutte le piegature, le sagomature, le giunzioni, le sovrapposizioni e le legature prescritte ed in genere con tutti gli oneri previsti all'art. 70 del presente Capitolato.

47.8.2. Acciaio per strutture in cemento armato precompresso

La massa dell'acciaio armonico per l'armatura delle strutture in conglomerato cementizio precompresso verrà determinata in base alla sezione utile dei fili per lo sviluppo teorico dei cavi tra le facce esterne degli apparecchi di bloccaggio per i cavi scorrevoli e tra le testate delle strutture per i fili aderenti.

Il prezzo dell'acciaio per strutture in cemento armato precompresso compensa per il *sistema a cavi scorrevoli* la fornitura e posa delle guaine, dei fili di legatura delle stesse guaine, dei ferri distanziatori dei cavi e le iniezioni con malta di cemento nei vani dei cavi stessi, le teste e le piastre di ancoraggio e la mano d'opera ed i mezzi e materiali per la messa in tensione dei cavi nonché per il bloccaggio dei dispositivi; per il *sistema a fili aderenti*, la fornitura e posa in

⁽³⁸¹⁾ Per armatura secondaria dovrà intendersi quella ad immediato contatto delle casseforme e necessaria ad assicurarne la stabilità di configurazione.

opera dei dispositivi di posizionamento dei fili all'interno della struttura, degli annessi metallici ed accessori di ogni tipo, la mano d'opera; i mezzi e materiali per la messa in tensione dei fili, per il bloccaggio e per il taglio dell'estremità emergenti; per il *sistema a barre*, eventuali diritti di brevetto, il trasporto, la fornitura e posa in opera delle guaine, ancoraggi, manicotti ed accessori di ogni genere, la mano d'opera, i mezzi ed i materiali per la messa in tensione delle barre ed il bloccaggio dei dispositivi, le iniezioni e quant'altro occorrente per dare il lavoro completo.

Per gli acciai tipo "Dywidag" e simili la massa sarà determinata moltiplicando lo sviluppo teorico delle barre per la loro massa valutata sull'unità di misura.

47.9. Barriere di sicurezza e parapetti metallici

Le barriere di sicurezza, rette o curve che siano, verranno misurate sulla effettiva lunghezza, in questa compresi i terminali e gli eventuali tratti costituenti l'avvio ai parapetti.

Resta stabilito che nei prezzi di Elenco devono intendersi compresi e compensati i pezzi speciali in rettilineo, in curva, terminali, eventuali blocchi di fondazione in calcestruzzo (se non diversamente specificato) ed in particolare, per le barriere o i parapetti ricadenti su opere d'arte, anche l'onere della formazione dei fori nelle varie opere d'arte e del fissaggio dei sostegni con malta confezionata con cemento tipo 42,5 o con resine epossidiche.

Nei prezzi di Elenco deve intendersi sempre compreso e compensato anche l'onere della interposizione di idonei elementi distanziatori tra la fascia ed il sostegno, nonché quello della fornitura e posa in opera dei dispositivi rifrangenti.

47.10. RIVESTIMENTI

I rivestimenti di qualunque genere verranno valutati in base alla loro superficie effettiva, qualunque fosse la sagoma e la posizione delle pareti o strutture da rivestire, detratte le zone non rivestite di superficie superiore a 0,25 m².

I prezzi di Elenco comprendono e compensano tutti gli oneri di cui all'art. 79 del presente Capitolato. Per i rivestimenti resino-plastici valgono le norme di cui al precedente punto 99.14.

47.11. OPERE IN MARMO, PIETRE NATURALI O ARTIFICIALI

I prezzi di Elenco comprendono e compensano tutti gli oneri generali e particolari previsti all'art. 84 del presente Capitolato. I prezzi compensano altresì, se non diversamente prescritto, la lavorazione delle facce viste, gli incassi, le stradellature, la lavorazione degli spigoli, i tagli in misura e quant'altro specificatamente previsto; compensano ancora gli ancoraggi meccanici, le imbottiture ed inoltre l'onere dell'eventuale posa in diversi periodi di tempo.

La valutazione delle opere sarà effettuata in base al volume, alla superficie, o allo sviluppo lineare, secondo i casi e le previsioni di Elenco, con i criteri stabiliti in precedenza al punto 99.6.3. Le immorsature si valuteranno con lo stesso prezzo relativo ai marmi ed alle pietre.

47.12. OPERE DA CARPENTIERE

Nei prezzi di Elenco riguardanti la lavorazione e posa in opera dei legnami è compreso ogni compenso per la provvista di tutta la chioderia, delle staffe, bulloni, chiavetti, ecc. occorrenti; per gli sfridi, per l'esecuzione delle giunzioni e degli innesti di qualunque specie, per impalcature di servizio, catene, cordami, malte, meccanismi e simili, per qualunque provvisorio per l'innalzamento, trasporto e posa in opera ed in genere per gli oneri tutti di cui all'art. 81 del presente Capitolato.

La valutazione dei manufatti in legno e delle opere da carpentiere in genere verrà effettuata in base al volume di legname effettivamente collocato in opera, senza tener conto dei maschi e dei nodi per le congiunzioni dei diversi pezzi e senza dedurre le relative mancanze o intagli.

47.13. OPERE DA LATTONIERE – MANUFATTI TUBOLARI IN LAMIERA ZINCATA

I prezzi di Elenco compensano tutti gli oneri, le prestazioni e le forniture di cui all'art. 82 del presente Capitolato. La valutazione dei condotti, pluviali e canali di gronda sarà effettuata in base alla loro lunghezza effettiva, misurata sull'asse. La valutazione delle converse, dei compluvi e delle scossaline sarà invece effettuata in base alla loro superficie, senza tener conto delle giunzioni, sovrapposizioni, ecc.

I manufatti tubolari in lamiera ondulata e zincata saranno contabilizzati in ragione della loro massa effettiva, risultante da apposito verbale di pesatura redatto in contraddittorio. Resta comunque precisato che qualora la massa effettiva di ciascun elemento fosse inferiore a quella teorica, diminuita della tolleranza, la fornitura non verrà accettata; se viceversa fosse superiore a quella teorica aumentata della tolleranza, il compenso sarà limitato

unicamente alla massa teorica incrementata della tolleranza.

47.14. GABBIONATE

Il prezzo relativo alle gabbionate comprende, oltre alla fornitura e posa in opera dei gabbioni metallici, il filo zincato per le legature e i tiranti, la fornitura e posa in opera del pietrame di riempimento e la sistemazione del paramento a vista. La misurazione verrà effettuata su gabbione già posto in opera e finito.

47.15. TUBAZIONI

Le tubazioni in genere saranno valutate in base alla loro massa o in base al loro sviluppo in lunghezza, secondo i tipi e le particolari indicazioni di Elenco. I prezzi compensano comunque tutti gli oneri, le prestazioni e le forniture previste all'art. 84, fatta eccezione (se non diversamente previsto) per i letti di sabbia, nelle tubazioni interrato, o per i massetti ed i rivestimenti in calcestruzzo, che verranno valutati separatamente. Le protezioni, come pure gli isolamenti acustici e le colorazioni distintive devono ritenersi specificatamente inclusi, se non diversamente disposto, tra gli oneri relativi ai prezzi di Elenco.

47.15.1. Tubazioni metalliche

Le tubazioni metalliche saranno valutate in base alla loro massa, in rapporto al tipo approvato dalla Direzione Lavori, o in base alla loro lunghezza, misurata sull'asse delle tubazioni stesse, quando ne fossero indicate le caratteristiche.

I prezzi di Elenco comprendono oltre alla fornitura dei materiali, compresi quelli di giunzione, e la relativa posa in opera, anche ogni accessorio quali staffe, collari, supporti, ecc. nonché l'esecuzione delle giunzioni, nei tipi prescritti, e le opere murarie.

Nella valutazione delle masse si terrà conto unicamente di quelle relative ai tubi e ai manufatti metallici di giunzione (flange, controflange, manicotti, ecc.), con esclusione del piombo (nei giunti a piombo), delle guarnizioni (corda di canapa, anelli di gomma, ecc.) nonché delle staffe, collari e materiali vari di fissaggio il cui onere, per quanto in precedenza esposto, deve ritenersi incluso nel prezzo. Nella valutazione delle lunghezze non dovrà tenersi conto delle sovrapposizioni.

Per quanto riguarda i pezzi speciali, l'onere della relativa fornitura e posa in opera potrà essere compreso o meno nel prezzo delle tubazioni ⁽³⁸⁴⁾.

Per le *tubazioni in acciaio*, qualora tale onere risultasse incluso nel prezzo e la valutazione delle tubazioni fosse prevista in base allo sviluppo lineare, i pezzi speciali verranno valutati in lunghezza, sulla maggiore dimensione, applicando un coefficiente moltiplicatore pari a 2 per i pezzi speciali di tipo semplice (curve, riduzioni, raccordi, ecc.), pari a 2,25 per i pezzi speciali ad una diramazione e pari a 2,50 per quelli a due diramazioni. Per le stesse tubazioni, e per lo stesso caso, qualora la valutazione delle tubazioni fosse prevista in base alla massa, i pezzi speciali verranno valutati per la loro massa, ottenuta applicando alla massa reale gli stessi coefficienti moltiplicatori.

Per le *tubazioni in ghisa*, qualora l'onere della fornitura e posa in opera dei pezzi speciali risultasse incluso nel prezzo e la valutazione delle tubazioni fosse prevista in base allo sviluppo lineare, la valutazione dei pezzi speciali sarà effettuata ragguagliandoli all'elemento ordinario di tubazione di pari diametro, secondo le seguenti lunghezze:

	DN 60-150	DN 200-350	DN 400-600
– giunzioni ad una flangia (imbocchi)	2,25 m	3,25 m	3,50 m
– giunzioni flangia-bicchiere (tazze)	3,00 "	4,00 "	4,25 "
– manicotti.....	3,25 "	4,00 "	5,50 "
– curve a due bicchieri ad 1/4 (90°).....	4,25 "	6,50 "	10,00 "
– curve a due bicchieri ad 1/8 (45°).....	4,00 "	5,75 "	7,00 "
– curve a due bicchieri ad 1/16 (22°30').....	3,75 "	5,00 "	5,75 "
– curve a due bicchieri 1/32 (11°15').....	3,50 "	4,50 "	5,25 "
– curve a due flange ad 1/4 (90°).....	3,00 "	4,75 "	7,25 "
– curve a due flange ad 1/8 (45°).....	3,00 "	5,00 "	–
– TI a due bicchieri con diramazione a flangia	5,25 "	7,00 "	8,25 "

⁽³⁸⁴⁾ Resta comunque stabilito in proposito che, ove non diversamente disposto, l'onere della fornitura e posa in opera dei pezzi speciali dovrà sempre ritenersi compreso e compensato con il prezzo relativo alle tubazioni.

- TI a tre bicchieri	5,00 "	6,00 "	-
- TI a tre flange con diramazione centrale	4,50 "	7,00 "	9,25 "
- croci a quattro flange.....	6,25 "	9,50 "	11,25 "
- riduzioni a due bicchieri.....	3,25 "	3,75 "	5,00 "
- riduzioni a due flange	2,50 "	3,50 "	4,00 "
- flange di riduzione	1,50 "	1,75 "	2,25 "
- piatti di chiusura	1,00 "	1,75 "	2,25 "

47.15.2. Tubazioni in grès e in cemento

La valutazione delle tubazioni in grès, sia in opera che in semplice fornitura, sarà fatta a metro lineare, misurando la lunghezza sull'asse delle tubazioni senza tener conto delle parti destinate a compenetrarsi. I pezzi speciali saranno valutati ragguagliandoli all'elemento ordinario di tubazione di pari diametro, nel modo di seguito indicato:

- curve semplici a 45°	∅ i < 20 cm.....	1,50 m
- curve semplici a 45°	∅ i > 20 cm.....	2,50 m
- curve a squadra a 90°	∅ i < 20 cm.....	1,50 m
- curve a squadra a 90°	∅ i > 20 cm.....	2,50 m
- pezzi conici (riduzioni)		1,00 m
- ispezioni con tappo, serratappo, e guarnizione di gomma.....		2,00 m
- tappi piani		0,25 m
- giunti semplici a braccio uguale o minore		2,50 m
- giunti a squadra a braccio uguale o minore.....		2,25 m
- sifone verticale tipo Torino		5,00 m
- sifone orizzontale tipo Firenze		8,00 m

Per i tubi in cemento, cemento armato, vale quanto specificatamente riportato per la valutazione delle tubazioni in grès, salvo diverse disposizioni.

47.15.3. Tubazioni in materie plastiche

La valutazione delle tubazioni in materie plastiche (PVC, polietilene, ecc.) dovrà essere effettuata secondo le prescrizioni di cui al precedente punto 99.20.2., ragguagliando i pezzi speciali alle tubazioni del corrispondente diametro secondo le lunghezze di seguito riportate:

a) - Tubi per condotte di fluidi in pressione (tipo PVC UNI EN 1452-2)

PN = 4 ÷ 6 bar:

- curve a 90°	∅ e = 50 ÷ 90 mm	4,50 m
- curve a 90°	∅ e ≥ 110 mm	6,00 m
- gomiti a 45° o 90°	il 50% dei valori sopra segnati	
- TI a 45° o 90°	∅ e = 50 ÷ 90 mm	5,50 m
- TI a 45° o 90°	∅ e ≥ 110 mm	5,50 m
- croci	∅ e ≥ 50 mm	6,00 m
- manicotti di passaggio	∅ e = 50 ÷ 90 mm	2,00 m
- manicotti di passaggio	∅ e ≥ 110 mm	2,50 m
- riduzioni	Il 70% del valore dei manicotti	
- prese a staffa	∅ e = 50 ÷ 90 mm	2,00 m
- prese a staffa	∅ e ≥ 110 mm	1,75 m
- tappi maschio	valore come per i manicotti	

PN = 10 ÷ 16 bar:

I pezzi speciali montati su tale tipo di tubazioni saranno valutati al 50% dei corrispondenti valori di lunghezza virtuale riportati in precedenza.

b) - Tubi per condotte di scarico interrate (tipo PVC UNI EN 1401-1)

- curve aperte o chiuse	Ø e = 110 ÷ 200 mm	1,00 m
- curve aperte o chiuse	Ø e = 250 ÷ 630 mm	1,25 m
- braghe a 45° o 67°, TI semplici a 90° come per le curve		
- braghe doppie, TI doppi a 90°	Ø e = 110 ÷ 200 mm	1,25 m
- braghe doppie TI doppi 90°	Ø e = 250 ÷ 630 mm	1,75 m
- braghe a Y, braghe a scagno	Ø e = 110 ÷ 200 mm	1,75 m
- braghe a Y, braghe a scagno	Ø e = 250 ÷ 630 mm	2,25 m
- tappi		1,25 m

c) - Tubi per condotte in pressione o di scarico in polietilene alta densità (PEAD)

PN = 2,5 - 3,2 bar:

- giunzioni semplici a una flangia	Ø e 75 ÷ 125 mm	4,00 m
- collari (cartelle) saldabili con flangia in acciaio Ø e ≥ 110 mm		6,00 m
- curve a 90° (stampate a iniezione o termoformate) Ø e ≥ 110 mm		5,00 m
- curve a 60° o 90° saldate a spicchi	Ø e ≥ 110 mm	6,00 m
- curve a 30° o 45° saldate a spicchi	Ø e ≥ 110 mm	4,50 m
- collari di ancoraggio	Ø e ≥ 110 mm	2,50 m
- riduzioni concentriche	Ø e ≥ 125 mm	2,00 m
- TI a 45° o 90°	Ø e ≥ 110 mm	5,50 m
- croci	Ø e ≥ 110 mm	6,00 m

PN = 4 - 6 bar:

I pezzi speciali montati su tale tipo di tubazioni saranno valutati al 75% dei corrispondenti valori di lunghezza virtuale riportati in precedenza.

PN = 10 - 16 bar:

I pezzi speciali montati su tale tipo di tubazioni saranno valutati al 50% dei corrispondenti valori di lunghezza virtuale riportati in precedenza.

d) - Tubi per condotte in pressione o di scarico in PRFV

- curve a 45°	5,00 m
- curve a 90°	7,00 m
- Giunto a T, braga semplice	7,00 m
- Giunto a croce	8,00 m
- Tronchetto a flangia	6,00 m
- Tronchetto con flangia scorrevole.....	6,00 m
- Piatto di chiusura (flangia cieca)	4,00 m
- Riduzioni.....	4,00 m

47.16. CANALETTE DI SCARICO PREFABBRICATE

Le canalette in conglomerato cementizio per lo scarico delle acque piovane, verranno valutate in opera a metro lineare di sviluppo, misurato sull'asse, e compensate con il relativo prezzo di Elenco. Detto prezzo comprende tutto quanto necessario per dare le canalette in opera, compreso lo scavo di posa, il costipamento e relativi ancoraggi e quanto altro occorra per eseguire il lavoro a perfetta regola d'arte.

L'invito in conglomerato cementizio da eseguire alla sommità delle canalette è compreso nel prezzo a metro lineare delle canalette.

47.17. PROTEZIONE DELLE SCARPATE IN ROCCIA

I rivestimenti delle scarpate in roccia con rete metallica saranno misurati in base alla superficie rettificata e nel prezzo sono compresi l'onere per la fornitura e posa in opera della rete, gli ancoraggi intermedi e l'ancoraggio a monte da eseguirsi con cordolo in calcestruzzo.

47.18. CONSOLIDAMENTI

47.18.1. Consolidamento di scarpate con malta di cemento spruzzata

Lo scavo a mano o con mezzi meccanici da eseguire per conformare le scarpate a gradoni sarà valutato e pagato come scavo di sbancamento. La fornitura e posa in opera della rete metallica lungo le superfici dei gradoni saranno valutate a metro quadrato e nel relativo prezzo è compresa la fornitura delle staffe di fissaggio in tondino di ferro.

Il trattamento delle superfici dei gradoni con malta di cemento spruzzata sarà valutato a metro quadrato, e nel relativo prezzo è compreso l'onere della bagnatura preliminare delle superfici, nonché quello relativo alla formazione di una cunetta al piede delle pareti subverticali per la raccolta e lo smaltimento delle acque.

Il trattamento delle superfici orizzontali dei gradoni verrà valutato a metro quadrato e per la sua contabilizzazione sarà applicato il prezzo relativo al rivestimento delle scarpate mediante piantagioni.

47.18.2. Consolidamento di terreni mediante iniezioni di sostanze coesive

Le operazioni relative alle seguenti categorie di lavoro: perforazione del terreno da consolidare, fornitura e posa in opera dei tubi per iniezioni in acciaio oppure in plastica, verranno valutate e contabilizzate ciascuna con il relativo prezzo di Elenco.

Le iniezioni eseguite con miscela di cemento ed acqua verranno valutate e pagate per ogni quintale di cemento iniettato e misurato a secco; quelle eseguite con miscela di acqua-cemento e bentonite verranno valutate e pagate per ogni quintale di miscela secca cemento-bentonite.

Per quanto riguarda la contabilizzazione delle iniezioni di sostanze chimiche, si precisa che essa verrà effettuata sulla base del peso dei soli ingredienti chimici principali (ad esempio silicato di sodio più acetato di etile) che intervengono nella miscela. A tal fine, il materiale di cui trattasi verrà pesato redigendo appositi verbali, col sistema della tara su pesa pubblica prima dell'arrivo in cantiere, con il distacco di apposito talloncino. Inoltre, l'Appaltatore si obbliga a consegnare l'originale della bolletta di accompagnamento del materiale al personale all'uopo incaricato dalla Direzione Lavori, nonché copia della corrispondente fattura quando sarà emessa.

47.19. SEMINAGIONI – PIANTAGIONI – VIMINATE

Qualora vengano determinati i relativi prezzi di Elenco le seminagioni sulle scarpate saranno valutate a superficie per la proiezione orizzontale delle scarpate stesse, mentre le piantagioni saranno valutate a numero di piantine attecchite oppure a metro quadrato.

Nei relativi prezzi oltre la fornitura dei semi e delle piantine, è compresa la preparazione del terreno ed ogni onere per la piantagione. Nelle viminate è pure compreso ogni onere e la garanzia di attecchimento. La valutazione verrà fatta a metro lineare.

47.20. CUNETTE E BANCHINE

Le banchine e le cunette in calcestruzzo, saranno, ove non previste in Elenco a metro lineare, compensate a cubatura, comprendendosi nel prezzo ogni magistero per dare le superfici viste rifinite, fresche al fracasso. Le eventuali cunette piane con spallette in armatura saranno pagate a metro lineare, includendo nel prezzo il conglomerato di sottofondo e la lavorazione a faccia vista.

47.21. PAVIMENTAZIONI STRADALI

47.21.1. Disfacimenti e ripristini di massicciate e pavimentazioni in genere

Salvo diversa specifica, i lavori di cui al presente titolo saranno valutati a metro quadrato, assumendo per la misura degli stessi una larghezza pari a quella convenzionalmente stabilita per gli scavi, maggiorata di 50 cm. Verranno dedotte le superfici occupate da manufatti ed ingombri di qualsiasi genere, se di misura superiore a 0,5 m².

Con il prezzo di Elenco vengono compensati tutti gli oneri relativi alla demolizione e 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 qualsiasi distanza di quello non utilizzabile.

47.21.2. Fondazioni in pietrame o in misto granulare

L'ossatura di pietrame per la fondazione della massicciata sarà valutata a metro cubo. Con il prezzo di Elenco l'Appaltatore si intenderà compensato di tutti gli oneri ed obblighi prescritti al punto 92.1., ivi compresi la fornitura e lo spandimento dell'eventuale materiale di aggregazione o saturazione che si rendesse necessario per ridurre il volume dei vuoti e la cilindratura a fondo di assestamento.

La fondazione in misto granulare, "tout venant" o terra stabilizzata sarà egualmente misurata a metro cubo, per materiale steso e compattato. Il prezzo comprende tutti e nessuno escluso gli oneri prescritti al punto 92.2. per dare la fondazione finita con la densità e la portanza stabilita.

47.21.3. Massicciate di pietrisco – Cilindratura

Il pietrisco per massicciata dovrà essere fornito in cumuli, tutti di eguale e determinato volume, di perfetta figura geometrica, secondo quanto ordinato dalla Direzione Lavori. Per ogni serie si sceglierà un cumulo campione il cui volume sarà applicato ai cumuli di tutta la serie. Il pietrisco proveniente dalla scarificazione sarà misurato con le stesse norme.

La cilindratura del pietrisco sarà valutata in base al volume del materiale misurato prima della rullatura. Nel prezzo relativo è compresa la sistemazione del piano di posa, lo spargimento del pietrisco, la regolarizzazione ed il trasporto, la fornitura dell'acqua ed il conseguente impiego, la fornitura e lo spargimento del materiale di aggregazione, la fornitura e l'impiego del compressore per il numero dei passaggi prescritti ed in genere tutti i magisteri specificati al punto 98.1. per dare il lavoro eseguito a perfetta regola d'arte.

47.21.4. Strati di base in misto cementato, misto bitumato o conglomerato cementizio

Anche per queste voci la valutazione sarà effettuata a metro cubo di opera finita. I relativi prezzi comprendono le forniture di tutti i materiali occorrenti, tutti gli oneri derivanti per lo studio delle miscele, la messa in opera dei materiali, le lavorazioni, i macchinari e la mano d'opera occorrenti ed in genere quant'altro necessario per la perfetta finitura degli strati e per il raggiungimento dei risultati prescritti.

47.21.5. Trattamenti superficiali – Manti in conglomerato bituminoso

I trattamenti superficiali, le penetrazioni, i manti in conglomerato, le pavimentazioni cementizie ed in genere qualunque tipo di pavimentazione di qualsiasi spessore verranno di norma misurati in ragione di superficie, intendendosi tassativi gli spessori prescritti. Nel relativo prezzo unitario sarà compreso ogni magistero e fornitura per dare il lavoro completo con le modalità e norme indicate.

Il prezzo di Elenco dei conglomerati bituminosi comprende ogni magistero per provviste, trasporti, impiego e rullatura, nonché la preparazione delle carreggiate da pavimentare e la fornitura e lo spandimento dello strato di ancoraggio di emulsione bituminosa al 55% o di bitume liquido nella misura prescritta.

Per i conglomerati bituminosi, l'esistenza di deficienze o irregolarità rispetto alla formula approvata dalla Direzione Lavori e che superano i limiti di tolleranza stabiliti, comporteranno il rifacimento della pavimentazione, a cura e spese dell'Appaltatore, per le parti non rispondenti alle norme di Capitolato o diversamente prescritte. Deficienze contenute entro i limiti di 0,5 ÷ 1% per il bitume, 1,5 ÷ 3% per la sabbia, daranno luogo in contabilità ad una detrazione del 5% sul prezzo relativo a tale categoria di lavoro.

47.21.6. Pavimentazioni in cubetti e mattonelle – Lastricati – Selciati – Acciottolati

Le pavimentazioni di cui al presente titolo saranno pagate a metro quadrato, per la loro superficie vista, al netto degli incassi anche se prescritti.

Nei prezzi relativi dovranno intendersi sempre compresi il letto di sabbia o malta, ed ogni compenso per riduzioni, tagli e sfridi di lastre, pietre o ciotoli, per difficoltà costruttive dovute ad angoli rientranti o sporgenti, per la preparazione, battitura e regolarizzazione del suolo, per la stuccatura o profilatura dei giunti con malta di cemento o bitumatura (secondo prescrizione) e qualunque altra opera o spesa per dare i lavori completi e rifiniti in ogni parte.

I prezzi di tariffa saranno applicati invariabilmente qualunque fosse, piana o curva, la superficie vista o qualunque fosse il fondo di posa delle pavimentazioni. Il sottofondo di conglomerato cementizio, tranne che per i selciati in malta, verrà valutato a parte con il prezzo relativo alla classe prescritta.

47.21.7. Orature in pietra naturale o artificiale

Le orature saranno valutate a metro lineare e compensate con il relativo prezzo di Elenco. Detto prezzo

comprende ogni onere e magistero per dare le orlature in opera, ivi compreso ogni scavo necessario alla posa dei cordoli e della relativa fondazione. Il calcestruzzo costituente la fondazione verrà compensato a parte. La misurazione delle orlature sarà effettuata sul bordo esterno.

47.21.8. Cordonate in conglomerato cementizio

Le cordonate in conglomerato cementizio verranno compensate valutando separatamente con i relativi prezzi di Elenco le varie lavorazioni occorrenti: il calcestruzzo, le casseforme, il ferro di armatura, l'eventuale scavo necessario alla posa dei cordoli e la relativa fondazione. Questo se non diversamente previsto in Elenco.

Art. 48 IMPIANTI

Qualora la fornitura e posa in opera degli impianti non fossero previste in forma forfettaria, la valutazione dei vari elementi degli stessi sarà effettuata a numero, a massa, secondo la lunghezza o con riferimento ad altre specifiche modalità di misura, in rapporto a quanto particolarmente stabilito nell'Elenco dei Prezzi.

Ove invece il prezzo di ciascun impianto fosse stabilito forfettariamente, esso comprende e compensa, se non diversamente previsto, tutte le forniture, le lavorazioni, i montaggi, le prestazioni (principali ed accessorie) e gli oneri tutti stabiliti nei relativi articoli del presente Capitolato e negli altri Atti contrattuali. Compensa altresì gli oneri relativi ai collaudi funzionali e prestazionali ed i lavori ed interventi tutti necessari alla loro conservazione qualora il loro impiego dovesse aver luogo in tempo differito.

Per gli impianti o parti di impianto che per motivi diversi non fosse stato possibile portare a compimento, si richiama quanto in precedenza detto ..

APPENDICE B

NORME IN GENERALE DI ESECUZIONE IMPIANTI VARI – ELETTRICI E DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE

Art. 49 IMPIANTI ELETTRICI IN GENERALE

B1.0. GENERALITÀ

B1.0.1. Osservanza delle disposizioni e norme ufficiali – Norme CEI

Nella progettazione (se richiesta o dovuta) e nella realizzazione degli impianti elettrici, l'Appaltatore dovrà attenersi a tutte le disposizioni emanate e vigenti all'atto dell'esecuzione, quali leggi, decreti, regolamenti, circolari, ecc. In particolare dovranno essere osservate le disposizioni di cui al D.P.R. 27 aprile 1955, n. 547 (Titolo VII), alla Legge 1 marzo 1968, n. 186, alla Legge n. 46/90 e relativo Regolamento di esecuzione (ove applicabile), nonché le norme emanate dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.) e dal Comitato Elettronico Italiano (C.E.I.) e le Tabelle pubblicate dall'Ente di Unificazione Dimensionale Elettrica (UNEL). Saranno altresì ritenute valide le norme armonizzate del CENELEC, le norme recepite dal CEI in sede europea sotto la sigla di CEI-EN e le norme UNI e UNI-CEI. Dovranno ancora essere rispettate tutte le prescrizioni dettate dai competenti Comandi dei VV.FF., dall'I.S.P.E.S.L. e dagli Enti distributori (Enel o altri Enti, Società o Aziende), per le rispettive competenze.

Saranno a carico dell'Appaltatore tutti gli adempimenti, gli oneri e le spese derivanti dai rapporti con detti Enti o Autorità (per l'espletamento di qualsiasi pratica, per la richiesta di autorizzazioni, ecc., nonché per le visite ed i controlli eventualmente disposti) come pure sarà a carico dello stesso l'assunzione di tutte le informazioni relative a detti adempimenti.

Di conseguenza nessuna variazione potrà essere apportata al prezzo dell'appalto qualora, in difetto, l'Appaltatore fosse obbligato ad eseguire modifiche o maggiori lavori. Tale precisazione valendo comunque per le opere e gli impianti valutati a corpo, restando obbligato lo stesso ad eseguire lavori, se prescritti, anche non espressamente previsti in contratto o diversamente previsti. Ferma restando, per l'Appaltatore, la responsabilità per l'eventuale danno ascrivibile a difetto di informazione ⁽²¹⁾.

B1.0.2. Materiali e apparecchi

I materiali e gli apparecchi da impiegare negli impianti in argomento dovranno essere tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità, alle quali potranno essere esposti durante l'esercizio. Dovranno inoltre essere rispondenti alle relative norme CEI, CEI-EN, CENELEC e tabelle di unificazione CEI-UNEL ove queste, per detti materiali e apparecchi, e relative prestazioni, risultassero pubblicate e vigenti.

La rispondenza dei materiali e degli apparecchi alle prescrizioni di tali norme e tabelle dovrà essere attestata, per i materiali e per gli apparecchi per i quali è prevista la concessione del marchio, dalla presenza del contrassegno dell'Istituto Italiano del Marchio di Qualità (I.M.Q.) o del CESI (Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano) o ancora dell'INGF (Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris).

La presenza della marcatura "CE", in rapporto al tipo di prodotto, rappresenterà inoltre l'osservanza delle disposizioni del D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246 (che attua la direttiva 89/106/CEE), del D.Lgs. n. 615/96 (che recepisce la direttiva EMC riguardante la compatibilità elettromagnetica) e del D.Lgs. n. 626/96 (che attua la direttiva 93/68/CEE in materia riguardante il materiale destinato agli impianti in bassa tensione).

B1.0.3. Campionatura

Unitamente alla presentazione del progetto l'Appaltatore sarà tenuto a produrre e a depositare, negli appositi locali all'uopo designati, la campionatura completa dei materiali e degli apparecchi componenti l'impianto e da installare, compresi i relativi accessori, per la preventiva accettazione da parte della Direzione Lavori e per i controlli che dalla stessa saranno ritenuti opportuni.

Resta stabilito comunque che l'accettazione dei campioni non pregiudica in alcun modo i diritti che l'Amministra-

⁽²¹⁾ Per le opere a misura la notazione vale per i rifacimenti e comunque per quegli interventi che una tempestiva informazione avrebbe reso non necessari.

zione appaltante si riserva in sede di collaudo, restando obbligato in ogni caso l'Appaltatore a sostituire, anche integralmente, tutti i materiali e le apparecchiature che, ancorché in opera, risultassero difettosi o comunque non idonei o non corrispondenti ai campioni.

B1.0.4. Verifica provvisoria e consegna degli impianti

Dopo l'ultimazione dei lavori ed il rilascio del relativo certificato da parte dell'Amministrazione appaltante, questa avrà la facoltà di prendere in consegna gli impianti anche se il collaudo definitivo non avesse ancora avuto luogo. In tal caso però la presa in consegna degli impianti dovrà essere preceduta da una verifica provvisoria degli stessi, effettuata con esito favorevole, che verrà opportunamente verbalizzata.

L'Amministrazione appaltante, e per essa la Direzione Lavori, potrà in ogni caso procedere a verifiche provvisorie, prima e dopo l'ultimazione dei lavori, e ciò ancor quando non fosse richiesta la consegna anticipata. La verifica o le verifiche provvisorie accerteranno la corrispondenza dei materiali e degli apparecchi impiegati ai campioni regolarmente accettati e depositati, le condizioni di posa e di funzionamento, il rispetto delle vigenti norme di legge per la prevenzione infortuni ed in particolare:

- la scelta dei conduttori con riferimento alla portata ed alla caduta di tensione;
- la scelta e taratura dei dispositivi di protezione e di segnalazione;
- l'identificazione dei conduttori di neutro e di protezione;
- lo stato di isolamento dei circuiti;
- il grado di isolamento e la sezione dei conduttori;
- l'efficienza dei comandi e delle protezioni nelle condizioni di massimo carico previsto;
- l'efficienza delle prese di terra.

B1.0.5. Collaudo definitivo degli impianti

Il collaudo definitivo dovrà accertare che gli impianti ed i lavori, per quanto riguarda i materiali impiegati, l'esecuzione e la funzionalità, siano in tutto corrispondenti alle condizioni del progetto approvato, alle specifiche del presente Capitolato ed alle disposizioni, anche in variante, eventualmente impartite dalla Direzione Lavori. Nel collaudo definitivo dovranno ripetersi gli accertamenti di cui al precedente punto A10.0.4. ed inoltre dovrà procedersi alle seguenti verifiche:

- verifica della sfilabilità dei cavi;
- verifica della continuità dei conduttori di protezione e di quelli equipotenziali;
- misura della resistenza di isolamento dell'impianto ⁽²²⁾;
- verifica della corretta esecuzione dei circuiti di protezione contro le tensioni di contatto;
- prove di funzionamento e verifica delle cadute di tensione.

Per le prove di funzionamento e rendimento delle apparecchiature e degli impianti il collaudatore dovrà previamente verificare che le caratteristiche della corrente di alimentazione, disponibile al punto di consegna (tensione, frequenza e potenza disponibile), siano conformi a quelle di previsione ed in base alle quali furono progettati ed eseguiti gli impianti.

Qualora le dette caratteristiche della corrente di alimentazione (se non prodotta da centrale facente parte dell'appalto) all'atto delle verifiche o del collaudo non fossero conformi a quelle contrattualmente previste, le prove dovranno essere rinviate, per un periodo comunque non superiore a 15 giorni.

B1.0.6. Garanzia degli impianti

L'Appaltatore avrà l'obbligo di garantire gli impianti, sia per la qualità dei materiali, sia per il montaggio, sia ancora per il regolare funzionamento, fino a quando il Certificato di collaudo non avrà assunto valore definitivo.

Pertanto, fino alla scadenza di tale periodo, l'Appaltatore dovrà riparare, tempestivamente ed a proprie spese, tutti i guasti e le imperfezioni che dovessero verificarsi negli impianti per effetto della non buona qualità dei materiali o per difetto di montaggio o di funzionamento, esclusa solamente la riparazione dei danni attribuibili all'ordinario

⁽²²⁾ La misura della resistenza d'isolamento dovrà essere eseguita mediante un ohmmetro la cui tensione continua sia di 250 V in caso di misura su parti di impianto di categoria ZERO e di circa 500 V in caso di misura su parti di impianto di prima categoria. Durante la misura gli apparecchi utilizzatori che non fossero a collegamento fisso dovranno essere disinseriti. La resistenza di isolamento, misurata in MOhm, dovrà risultare non inferiore a 0,25 per i circuiti SELV e PELV e non inferiore a 0,5 per i circuiti fino a 500 V compresi.

esercizio.

Come garanzia specifica viene stabilito che la polizza fidejussoria rilasciata a copertura della rata di saldo anticipatamente svincolata sarà incrementata, in valore, del 5% del prezzo attribuito agli impianti.

Art. 50 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE – REQUISITI ELETTRICI

B2.0. GENERALITÀ E DEFINIZIONI

B2.0.1. Generalità

Gli impianti elettrici riguardanti la pubblica illuminazione dovranno essere realizzati con la generale osservanza di tutte le norme CEI e/o CEI EN ad essi relativi ed applicabili e, in particolare, con il rispetto delle seguenti norme:

CEI 64-7 -Impianti elettrici di illuminazione pubblica.

Inoltre, qualora il progetto preveda la posa in opera di linee elettriche esterne o di linee in cavo, o entrambi, con il rispetto delle seguenti ulteriori norme:

CEI 11-4 -Esecuzione delle linee aeree esterne.

CEI 11-17 -Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo (con Variante VI).

B2.0.2. Definizioni

Ai fini di quanto successivamente riportato in termini di prescrizioni si adottano, in conformità alle CEI sopra richiamate, le seguenti definizioni:

- *Impianto in derivazione*: Impianto in cui i centri luminosi sono derivati dalla linea di alimentazione e risultano in parallelo tra loro
- *Impianto di Gruppo A*: Impianto alimentato a bassissima tensione di sicurezza e rispondente alle prescrizioni di cui al punto 411.1 della Norma CEI 64-8.
- *Impianto di Gruppo B*: Impianto in derivazione con tensione nominale non superiore a 1000 V corrente alternata e 1500 V corrente continua, esclusi gli impianti di Gruppo A.
- *Impianto di Gruppo D*: Impianto in derivazione con tensione nominale da oltre 1000 V fino a 6000 V, a corrente alternata.

La classificazione degli impianti sarà effettuata con riferimento alla tensione nominale del sistema elettrico di alimentazione.

B2.0.3. Circuito di alimentazione

È il complesso delle condutture elettriche destinate all'alimentazione dei centri luminosi, a partire dai centri di uscita di un singolo dispositivo di manovra e protezione per gli impianti di derivazione, dai morsetti di uscita dell'apparecchiatura di regolazione per gli impianti in serie, fino ai morsetti di ingresso dei centri luminosi.

B2.1. Caratteristiche elettriche e misure di sicurezza e protezione

B2.1.1. Resistenza di isolamento verso terra

Ogni impianto di illuminazione, al momento della verifica iniziale, dovrà presentare una resistenza di isolamento verso terra ⁽²³⁾ non inferiore a:

²³ () Per simbologia:

U_0 = tensione nominale verso terra in kV (si assume il valore "1" per tensione nominale inferiore a 1 kV).

L = lunghezza complessiva delle linee di alimentazione in km (si assume il valore "1" per lunghezze inferiori a 1 km).

N = numero degli apparecchi di illuminazione presenti nel sistema elettrico.

- 0,25 MΩ per gli impianti di Gruppo A
- $2 U_o / (L + N)$ MΩ per gli impianti di Gruppo B e D

Fattore di potenza

Salvo diversa prescrizione, il fattore di potenza dell'impianto, non tenendo conto del transito di accensione, non dovrà essere inferiore a 0,9.

B2.1.2. Sezionamento e interruzione

All'inizio di ogni impianto di Gruppo A e B dovrà essere installato un interruttore onnipolare avente anche le caratteristiche di sezionatore (si applicano le prescrizioni di cui al Cap. 46 della norma CEI 64-8).

In ogni impianto di Gruppo D dovrà essere installato un sezionatore onnipolare generale ed un sistema o dispositivo che consenta l'interruttore simultanea di tutti i carichi; inoltre ogni circuito di alimentazione dovrà essere dotato di un sezionatore onnipolare.

B2.1.3. Protezione contro i contatti indiretti

Tutte le masse degli impianti dei Gruppi B e D dovranno essere protette contro i contatti indiretti; la protezione sarà effettuata secondo le modalità indicate al punto 3.3.7 della norma CEI 64-7. Non è richiesta la messa a terra di parti metalliche poste ad una distanza inferiore ad 1 m dai conduttori nudi di linee elettriche aeree di alimentazione, purché:

- Tali parti risultino isolate dalle restanti parti dell'impianto (funi di sospensione, pali, ecc.);
- le stesse parti vengano considerate in tensione e trattate alla stregua dei conduttori nudi di sospensione.

Nel caso di impianti di pubblica illuminazione installati su sostegni di linee elettriche aeree adibite ad altri servizi, le prescrizioni contro i contatti indiretti si applicano solo ai predetti impianti ⁽²⁴⁾.

B2.1.4. Protezione contro i contatti diretti

Tutti gli impianti, compresi quelli del Gruppo A, dovranno essere disposti in modo che le persone non possano venire a contatto con le parti in tensione se non previo smontaggio o distruzione di elementi di protezione ⁽²⁵⁾. Inoltre, per gli impianti del gruppo D i cavi a disponibilità manuale dovranno essere provvisti di un rivestimento continuo metallico messo a terra ⁽²⁶⁾; analoga protezione, in condizioni simili, dovrà essere prevista per le apparecchiature.

B2.1.5. Caduta di tensione nel circuito di alimentazione

Salvo diversa specifica, la caduta di tensione nel circuito di alimentazione degli impianti in derivazione indipendenti, non tenendo conto del transito di accensione delle lampade, in condizioni regolari di esercizio non dovrà superare il 5%.

B2.1.6. Protezione contro le correnti di cortocircuito

In questo tipo di impianti, compresi quelli di gruppo D, la protezione contro le correnti di cortocircuito sarà effettuata secondo i criteri della Sez. 434 della norma CEI 64-8. Tale protezione tuttavia non è richiesta per la derivazione che alimenta anche più centri luminosi installati sullo stesso sostegno quanto tale derivazione sia realizzata in modo da:

- ridurre al minimo il pericolo di cortocircuito con adeguati provvedimenti contro le influenze esterne;
- non causare, anche in caso di guasto, pericoli per le persone o danni all'ambiente.

B2.1.7. Protezione contro i sovraccarichi

Gli impianti in derivazione si considerano non soggetti a sovraccarichi.

⁽²⁴⁾ Per le linee elettriche aeree valgono le prescrizioni di cui alla norma CEI 11-4.

⁽²⁵⁾ Gli elementi di protezione smontabili, installati a meno di 3 m dal suolo, dovranno potersi rimuovere solo con l'ausilio di attrezzi o di chiavi.

⁽²⁶⁾ Occorre verificare che, in relazione alle caratteristiche del rivestimento metallico, la sua messa a terra sia tale da escludere il danneggiamento del rivestimento stesso per effetto delle massime correnti che vi possono circolare

B2.1.8 Protezione contro i contatti indiretti in impianti di Gruppo B ⁽²⁷⁾

La protezione dovrà essere effettuata secondo uno dei seguenti sistemi:

- a) - Protezione mediante componenti elettrici di classe II o con isolamento equivalente, secondo l'art. 413.2 della norma CEI 64-8.
- b) - Protezione per separazione elettrica, osservando quanto indicato nella Sez. 413.5 della norma CEI 64-8.
- c) - Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione nei sistemi TT, osservando quanto indicato nella Sez. 413.1.4 della norma 64-8 con la seguente variante ⁽²⁸⁾: le masse da proteggere potranno essere messe a terra utilizzando anche dispersori indipendenti, purché le masse stesse non siano simultaneamente accessibili e purché per soddisfare la relazione $R_a I_a \leq 50$ venga considerato il valore più elevato della resistenza di terra dei singoli dispersori.
- d) - Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione nei sistemi TN (con propria cabina di alimentazione), osservando quanto indicato nella Sez. 413.1.3 della norma CEI 64-8.

B2.2. MATERIALI E APPARECCHI

B2.2.0. Generalità

Per la scelta dei componenti, del grado di protezione contro la penetrazione dei corpi solidi e liquidi e per il livello di isolamento verso terra si rimanda a quanto particolarmente prescritto sugli argomenti nel capitolo che tratta delle norme di accettazione dei materiali. In particolare i componenti elettrici degli impianti di Gruppo B dovranno essere scelti secondo quanto indicato all'art. 133 della norma CEI 64-8.

Tempo di eliminazione del guasto (s)	Tensione (V)
≥ 2	50
1	70
0,8	80
0,7	85
0,6	125
≥ 0,5	160

Le parti accessibili da terzi (altezza < 3,00 m) degli apparecchi e degli involucri contenenti componenti elettrici, dovranno avere protezione almeno pari a IP 43; per i componenti interrati e gli apparecchi da incassare nel terreno il grado minimo sarà IP 67.

Il vano ausiliari elettrici degli apparecchi e le parti non accessibili da terzi degli involucri contenenti componenti elettrici, se posti in posizione non accessibile ($h \geq 3,00$ m), dovranno avere gradi di protezione almeno pari a: IP 23, per impianti su strade veicolari; IP 43, per impianti di arredo urbano; IP 55, per impianti in galleria; IP 55, per impianti sportivi (IP 44 se con vano ausiliari separato).

Il vano ottico degli apparecchi di illuminazione dovrà avere grado di protezione almeno pari a: IP 44, per impianti su strade veicolari; IP 44, per impianti di arredo urbano (IP 43 per apparecchi tipo "lanterna"); IP65, per impianti in galleria; IP 55 per impianti sportivi.

B2.2.1. Dispersori di terra

I dispersori dovranno essere per materiale, dimensioni minime e collocazione, rispondenti alle prescrizioni di cui alla norma CEI 64-8 per gli impianti del Gruppo B ed alla norma CEI 11-8 per gli impianti del Gruppo D.

B2.3. CONDUTTURE

B2.3.0. Sezione minime dei cavi

I conduttori di fase e di neutro dei cavi non dovranno avere sezione inferiore a quanto indicato all'art. 524 della norma CEI 64-8.

⁽²⁷⁾ Per le condutture elettriche in cavo, sono considerati idonei solo i cavi con guaina non metallica aventi tensione nominale maggiore di un gradino rispetto a quella necessaria per il sistema elettrico servito e che non comprendano un rivestimento metallico.

Per la tensione nominale di tenuta verso massa dei componenti dell'impianto si rimanda al punto 3.4.3 della norma CEI 64-7. Nel caso particolare di impianti promiscui, con linea aerea esterna, l'isolamento di classe II è richiesto solo per l'isolamento del centro luminoso e per i relativi collegamenti sino alla linea aerea (per la quale si rimanda alla CEI 11-4).

⁽²⁸⁾ L'utilizzo di interruttori differenziali potrà dar luogo a interventi intempestivi per sovratensioni di origine atmosferica con conseguente interruzione del servizio. Di ciò sarà opportuno tener conto nella scelta del sistema di protezione contro i contatti indiretti.

B2.3.1. Portata di corrente

La portata di corrente, non tenendo conto dei transitori di accensione, in condizioni regolari di esercizio, dovrà essere tale da non superare le portate stabilite nelle vigenti tabelle CEI-UNEL in relazione alla sezione, al tipo di cavo e alle condizioni di posa.

B2.3.2. Sezione minime dei conduttori di terra e di protezione

Negli impianti del Gruppo B la sezione dei conduttori di terra e di protezione non dovrà essere inferiore a quella rispettivamente indicata nelle Sezz. 542.3 e 543.1 della norma CEI 64-8.

Negli impianti del Gruppo D la sezione minima dei conduttori di terra non dovrà essere inferiore a quella indicata nell'art. 2.3.3 della norma CEI 11-8.

B2.3.3. Identificazione delle anime dei cavi

L'identificazione delle anime dei cavi multipolari sotto guaina unica e dei conduttori di protezione si dovrà effettuare secondo le prescrizioni della tabella CEI UNEL 00722.

B2.4. DISTANZIAMENTO E ALTEZZE MINIME

B2.4.0. Distanziamento dai limiti della carreggiata e della sede stradale

La distanza dei sostegni e di ogni parte dell'impianto dai limiti della carreggiata dovrà essere tale da non creare interferenze con la circolazione stradale e intralcio od impedimento a persone disabili ⁽²⁹⁾.

B2.4.1. Altezze minime sulla carreggiata

L'altezza minima sulla carreggiata di una qualsiasi parte dell'impianto dovrà essere non inferiore a 6,00 m. Altezze inferiori potranno essere adottate in casi particolari previa competente autorizzazione.

B2.4.2. Distanze dai conduttori di linee elettriche esterne ⁽³⁰⁾

Le distanze dei sostegni e dei relativi apparecchi di illuminazione dai conduttori di linee elettriche esterne ⁽³¹⁾ non dovranno essere inferiori a:

- a) - 1 m dai conduttori di linee di classe 0 e 1 (tale distanziamento potrà essere ridotto a 0,5 m per linee in cavo aereo ed in ogni caso nell'abitato).
- b) - $(3 + 0,015 U)$ m dai conduttori di linee di classe II e III, dove U è la tensione nominale della linea espressa in kV (il distanziamento potrà essere ridotto a $(1 + 0,015 U)$ per le linee in cavo aereo e, su autorizzazione competente, anche per le linee con conduttori nudi).

⁽²⁹⁾ Al fine di evitare interferenze con il regolare traffico veicolare, i sostegni ed ogni altra parte dell'impianto fino ad un'altezza di 5,00 m dalla pavimentazione della carreggiata, sarà opportuno che vengano posizionati:

a) Nelle strade urbane ad una distanza orizzontale di almeno 50 cm dal limite della carreggiata (salvo diverse disposizioni od autorizzazioni).

b) Nelle strade extraurbane, di regola, ad una distanza orizzontale di almeno 140 cm dal limite della carreggiata (salvo diverse disposizioni o autorizzazioni per difficoltà contingenti).

Inoltre, al fine di consentire il passaggio di persone su sedia a ruote, i sostegni dovranno essere posizionati in modo che il percorso abbia la larghezza di almeno 90 cm (D.M. 14 giugno 1989, n. 236, art. 8.2.1)

⁽³⁰⁾ Le distanze di cui al presente titolo non si applicano alla linea di alimentazione dell'impianto di illuminazione, anche se di tipo promiscuo. Peraltro le distanze indicate si riferiscono unicamente al corretto funzionamento degli impianti elettrici, distanziamenti maggiori risultando di regola necessari per esigenze di sicurezza degli operatori.

⁽³¹⁾ Conduttori supposti sia con catenaria verticale, sia con catenaria inclinata di 30° sulla verticale, nelle condizioni indicate nella norma CEI 11.4 in 2.2.4 – ipotesi 3)

TAB. A - 6 - Distanze di rispetto degli apparecchi, dei sostegni e delle fondazioni da opere circostanti

Opera avvicinata	Elemento da considerare	Distanza minima m	
Linee di telecomunicazione e linee elettriche di 1ª classe in conduttori nudi fuori dell'abitato	Conduttore più vicino	1	
Linee di telecomunicazione e linee elettriche di 1ª classe in cavo aereo e in ogni caso nell'abitato	Conduttore più vicino	0,50	
Ferrovie e tranvie in sede propria fuori dell'abitato (esclusi i binari morti e raccordi a stabilimenti)	Rotaia più vicina Ciglio delle trincee Piede dei rilevati	6 (1) 3 (1) 2 (1)	
Funicolari terrestri fuori dell'abitato	Rotaia più vicina	4 (1)	
Filovie fuori dell'abitato	Conduttore di contatto più vicino	4 (1)	
Funivie, sciovie e seggiovie per trasporto persone	Organo più vicino, e se esso è mobile, sua posizione più vicina possibile	4 (1)	
Funivie per trasporto merci o similari	Organo più vicino, e se esso è mobile, sua posizione più vicina possibile	2 (1)	
Ferrovie, tranvie e filovie nell'abitato, e binari e raccordi a stabilimenti	Rotaia più vicina Conduttore di contatto più vicino	2 (1)	
Argini di 3ª categoria (3)	Piede dell'argine	5 (1)	
Autostrade	Confine di proprietà (C.P.)	25 (1) (4)	
Condotti a pressione ≥ 25 atm	_____ protetti _____ non protetti	Esterno tubazione	(2) 2 (4) 1 (5)
			(2) 6 (4) 3 (5)
Condotti a pressione < 25 atm e oleodotti	_____ protetti _____ non protetti	Esterno tubazione	(2) 2 (4) 1 (5)
			(2) 6 (4) 3 (5)
Pali sfiato del gas metano (sfiati da valvola da sicurezza, sfiati di organi di intercettazione)	Apertura o griglia alla sommità del palo sfiato	7,5 (5)	

(1) Le distanze sono da riferire a tutto il punto luce e alla fondazione se del tipo affiorante
(2) Compreso l'eventuale impianto di messa a terra
(3) Per argini di categoria superiore ci si deve attenere alle disposizioni degli organi competenti
(4) Riducibili previa autorizzazione dell'Ente proprietario
(5) Nel caso di sostegno senza linea aerea
(6) Zona AD di rispetto dei luoghi di classe 1 (C1ZR) o zona AD di divisione 2 dei luoghi di classe 1 (C1Z2)

B2.5. CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI SOSTEGNI

Per le caratteristiche meccaniche dei sostegni, in ordine alle ipotesi di calcolo, alle protezioni e al dimensionamento, oltre a quanto particolarmente prescritto nel presente Capitolato, si rimanda al punto 3.7 della norma CEI 64-7 ed alla serie di norme UNI-EN 40.

B2.6. MISURE E PROVE

B2.6.0. Misura della resistenza di isolamento

La misura della resistenza di isolamento dovrà essere effettuata tra il complesso dei conduttori metallicamente connessi e la terra, con l'impianto predisposto per il funzionamento ordinario e tutti gli apparecchi di illuminazione inseriti. Eventuali messe a terra di funzionamento dovranno evidentemente essere disinserite durante la prova.

Eventuali circuiti non metallicamente connessi con quello in prova dovranno essere oggetto di misure separate. Non sarà necessario eseguire misure sul secondario degli ausiliari elettrici contenuti negli apparecchi di illuminazione.

Le misure dovranno essere effettuate utilizzando un ohmmetro in grado di fornire una tensione continua non inferiore a 500 V per gli impianti di Gruppo A, B e non inferiore a 1500 V per gli impianti di Gruppo D ⁽³²⁾.

B2.6.1. Misura della caduta di tensione su linea di alimentazione di impianti in derivazione indipendenti

Sarà eseguita, ove richiesta, in condizioni regolari di esercizio, rilevando contemporaneamente la tensione in corrispondenza dei morsetti di uscita dell'apparecchiatura di comando ed in corrispondenza dei morsetti di alimentazione dei centri luminosi elettricamente più lontani.

B2.6.2. Misura della resistenza dell'impianto di terra

In luogo della misura della resistenza del dispersore sarà ammesso il metodo della misura dell'impedenza dell'anello di guasto

⁽³²⁾ Le misure dovranno essere effettuate senza tener conto delle condizioni meteorologiche e dopo che la tensione sarà stata applicata da circa 60 s.